

Aproximación a la enseñanza de las Ciencias de la Tierra
a partir de la exploración geológica
en el contexto regional.

El macizo de las Peñas de Aia para la enseñanza de la Geología.



Autora: Sara Gallués Ibilcieta

Tutor: Iñigo Virto Quededo

(Profesor de la Universidad Pública de Navarra)

RESUMEN

En las siguientes paginas se presenta una propuesta didáctica basada en la indagación, que da respuesta a la formación y evolución del Macizo de Peñas de Aia desde su origen hasta la actualidad. El objetivo de este trabajo es el uso de recursos geológicos naturales para la enseñanza y aprendizaje de la Geología en la educación secundaria. El contexto de esta propuesta es la asignatura de Geología de 2º Bachillerato. El trabajo esta estructurado en dos partes. La primera presenta la metodología basada en el método de indagación, los contenidos, y objetivos de la asignatura, y la aplicación de éstos al contexto geológico de Peñas de Aia. Y una segunda parte que consta de una serie de actividades prácticas a través de las cuales los alumnos van descubriendo y recopilando datos para llegar al completo entendimiento de la formación y evolución de Peñas de Aia.

ABSTRACT

On the following pages, one teaching based inquiry proposal that responds to the formation and evolution of the massif of Peñas de Aia since its inception to the present is presented. The purpose of this work is the use of geologic natural resources for teaching Geology in secondary school. The context of this proposal is the subject of Geology at 2º Bachillerato. The work is structured in two parts. The first one presents the methodology based on the method of inquiry, content and objectives of the subject, and their application to the geological context of Peñas de Aia. And a second part consisting of a series of practical activities through which students are discovering and collecting data to get the full understanding of the formation and evolution of Peñas de Aia.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	Pag 5
1.1. Contextualización.....	Pag 6
2. PEÑAS DE AIA.	
2.1. Marco geográfico.....	Pag 7
2.2. Marco geomorfológico.....	Pag 8
2.3. Marco geológico.....	Pag 9
3. MARCO PEDAGÓGICO.....	Pag 14
4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	
4.1. Descripción de la propuesta didáctica.....	Pag 18
4.2. Objetivos.....	Pag 19
4.3. Metodología.....	Pag 20
4.4. Contenidos.....	Pag 21
4.5. Organización de los contenidos.....	Pag 25
4.6. Actividades.....	Pag 30
4.7. Organización temporal.....	Pag 57
4.8. Evaluación.....	Pag 58
5. CONCLUSIÓN.....	Pag 59
6. BIBLIOGRAFÍA	
6.1. Bibliografía.....	Pag 60
6.2. Recursos de la red.....	Pag 61
6.3. Referencias.....	Pag 62
7. ANEXOS.	
7.1. Anexo I. Guía Materiales y métodos de trabajo de campo. Práctica medida dirección y buzamiento.....	Pag 64
7.2. Anexo II. Guía “Reconocimiento Visu Rocas”. Desarrollo prácticas 2 (Visu Rocas) y 3 (Mapa geológico).....	Pag 71

7.3. Anexo III. Métodos de datación relativa: principios. Prácticas: Reconstrucción cortes geológicos.....	Pag 78
7.4. Anexo IV. Guía “Museo Luberri”.....	Pag 83

INTRODUCCIÓN

Las rocas, aunque pasen desapercibidas, tienen mucho que contar. Nos cuentan historias, son testigos directos de la historia de la Tierra. En ellas está el secreto que nos permite reconstruir el pasado. A través de su estudio podemos conocer cómo y cuándo se formaron, en qué ambiente lo hicieron, que procesos han seguido y sufrido a lo largo del tiempo, etc. Por ejemplo: hace millones de años, algunas rocas eran magma situado a muchos kilómetros bajo la superficie terrestre, o sedimentos depositados en las profundidades de un océano.

Así, las rocas encierran mucha información, que es interpretada por geólogos, y nos ayudan a entender la formación de nuestro planeta Tierra, y a comprender el funcionamiento y comportamiento del mismo. Pero las rocas no sólo son importantes por el interés que pueda suscitar su conocimiento científico, sino también por las muchísimas aplicaciones que tienen en la vida diaria del ser humano. Al fin y al cabo, todo lo que nos rodea está hecho con materiales que proceden de la Tierra, las rocas. Además de ayudarnos a entender otros aspectos de la Geología que hacen posible que podamos minimizar posibles riesgos derivados de procesos relacionados con la dinámica de nuestro planeta.

A pesar de la importancia del conocimiento de las rocas que nos rodean, la Geología es todavía una ciencia ajena a la sociedad, y su acercamiento es una materia que aún tenemos pendiente. En el marco educativo, en general, la situación no difiere mucho .

A menudo las Ciencias son vistas por los estudiantes como algo aburrido. Principalmente, porque los alumnos tienen problemas de comprensión en la explicación de procesos complejos, y a veces difíciles de entender, de las ciencias si sólo se abarcan desde un punto de vista teórico, dejando de lado la práctica. Y la Geología, no está exenta de esa falta de interés por parte del alumnado e incluso del profesorado. La Geología es -junto con la Biología, la Química, la Física y las Matemáticas- una de las cinco ciencias naturales fundamentales. Sin embargo, es la gran olvidada y menos conocida de todas.

Un día, navegando por internet, leí un comentario de un profesor asociado de Geología de la Universidad Grand Valley State (Michigan), Pablo Llerandi-Roman que decía lo siguiente:

“Como estudiante de secundaria, yo crecí interesado en las ciencias de la Tierra después de observar fósiles marinos en las montañas y de oír historias populares de un antiguo océano que cubría el espectacular cinturón kárstico de mi ciudad: Arecibo, Puerto Rico. Desafortunadamente, al tiempo, las lecciones de ciencias se centraron en leer el libro de texto y memorizar nombres de rocas y minerales en vez de usar el rico contexto geológico de la escuela para atraer al aprendizaje de conceptos. Los mogotes (hummocks), sumideros (sinkholes), y

zanjones (trenches) del cinturón kárstico eran de lejos claramente más interesantes que las hojas de trabajo y las fotos de los libros de ciudades extranjeras mostradas en clase”.

Así, de este modo, propongo una propuesta didáctica que sea más atractiva para el alumnado, y que haga uso de los recursos geológicos naturales para su uso didáctico en la explicación de las Ciencias, proponiendo una geología mucho más práctica. Considerando las prácticas no como simples actividades complementarias, sino como recursos educativos imprescindibles. De hecho la Geología es una ciencia de campo, donde el geólogo convierte el medio físico en su propio laboratorio natural, por lo que el campo se convierte en un escenario de aprendizaje inigualable.

Para esta propuesta he elegido usar el recurso geológico natural del plutón granítico de Peñas de Aia. Su estudio permite abarcar varios campos de la geología como son la mineralogía, la petrología, la geología estructural, geología histórica, paleontología, etc, que se podrían enlazar muy bien con gran parte de los contenidos que establece el currículo oficial de esta disciplina en 2º de Bachillerato.

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN

La propuesta didáctica está desarrollada para su aplicación en los alumnos de 2º del Bachillerato Científico-Tecnológico en la asignatura de Geología. Los alumnos, llegados a este punto, ya están en posesión de una serie de conocimientos previos adquiridos a lo largo de su paso por la etapa de la ESO, con la asignatura de Biología y Geología, además de los conseguidos en la materia de Biología y Geología de 1º de Bachillerato.

2. PEÑAS DE AIA : MARCO GEOGRÁFICO, GEOMORFOLÓGICO Y GEOLÓGICO

2.1. Marco Geográfico.

El macizo de Peñas de Aia, a caballo entre Navarra y Guipúzcoa, ocupa el extremo noroccidental de Navarra en el límite con el País Vasco y Francia, cerca de la desembocadura del Bidasoa en el Cantábrico, río que limita el macizo por el Norte. Este “stock” granítico constituye el último bastión de la larga cordillera pirenaica antes de hundirse en el Golfo de Vizcaya (1). Su situación entre la costa y los valles de Oiartzun, en el País Vasco, y Endara y Bidasoa en Navarra, convierte sus cresterías en un destacado mirador de los relieves noroccidentales navarros. Desde el punto de vista topográfico, se trata de un macizo muy accidentado, con fuertes contrastes altimétricos, lo que incide en la presencia de importantes desniveles, y en general terrenos abruptos, que dado el carácter granítico del subsuelo, poco favorable al desarrollo de vegetación, suelen aparecer desnudos (1). Las cumbres de máxima elevación del afloramiento en Guipúzcoa son Irumugarrieta, Txurumuru y Erroibide que superan los 800 m (806 m, 822 m y 837 m, respectivamente) de altitud que se encuentran en una zona próxima al mar, entre Irún, Oiartzun y Lesaka (Navarra). Estas tres cimas hacen de muga entre Navarra y Guipúzcoa. La máxima elevación del macizo en su parte navarra se encuentra también en el monte Lizartako-Gana, en el límite con la provincia de Guipúzcoa, con 832 m de altitud.

Estos relieves están formados casi en su totalidad por rocas graníticas pertenecientes al denominado plutón granítico de Peñas de Aia (1). Presenta una orografía irrepetible, con un relieve en forma de agujas y paredes abruptas.

El plutón granítico es un cuerpo intrusivo de forma ovalada y alargada según una dirección NNE-SSW de unos 75 km² que aflora en la parte septentrional del Macizo Paleozoico de Cinco Villas (1).

Acceso desde Pamplona: El “stock” granítico de Aia, está ubicado en uno de los lugares navarros más alejados de la capital, aproximadamente a 80 km por la carretera N-121A, hasta llegar a la localidad de Lesaka, desde donde la carretera NA-4000 cruza el macizo hasta Oiartzun, en Guipúzcoa. Por el Norte, la propia N-121A, paralela al río Bidasoa, bordea el macizo (1).

Protección: No existe figura de protección en la vertiente navarra de Peñas de Aia pero sí en la vertiente guipuzcoana: el Parque Natural Peñas de Aia que engloba al macizo. El parque con una extensión de 6.913 hectáreas tiene lugares de interés como La Minas de Arditurri y el Museo Luberri (2). En las minas de Arditurri se ha practicado la minería desde la época de la dominación romana en el s.I. Asociados al plutón granítico hay filones que presentan una mineralogía rica en hierro y otros elementos como plomo y plata. Por otra parte, el Museo

Luberri es un lugar de recreación centrado principalmente en la geología, dada la importancia del factor geológico de la zona.



Fig.1. Mapa topográfico Peñas de Aia. Fuente:<http://i187.photobucket.com/>

2.2. Marco Morfológico.

El granito es una roca muy compacta y resistente. Así, el plutón es más difícilmente atacado por los agentes geológicos externos que las rocas metamórficas que lo cubren y lo rodean, quedando de esta forma aislado y sobresaliente. Comienza a perfilarse el relieve actual del Macizo Peñas de Aia (6). La roca granítica que observamos hoy está muy deformada (no presenta el aspecto de un granito joven), con una gran historia geológica por detrás. El granito joven presentaría una erosión redondeada, en cambio el granito que encontramos aquí tiene muchas fracturas y planos de cizalla, que parecen estratos. Presenta una orografía de agujas y paredes abruptas.

2.3. Marco Geológico.

-Stock granítico:

El Plutón de Peñas de Aia es un cuerpo granítico formado por una intrusión de material magmático en el interior de la superficie terrestre. Los contactos con la roca encajante son concordantes y netos excepto en algunos puntos donde se observa una zona de transición de menos de un metro de espesor representado por una roca de composición feldespática muy alterada (3). El emplazamiento del plutón granítico de Aia, según las principales hipótesis, se iniciaría con la intrusión de un magma granítico hace 267 Ma (del Pérmico, según datación radiométrica de U-Pb) a temperaturas superiores a 600 °C. Las condiciones tectónicas en las que se produjo el emplazamiento fueron en un contexto de esfuerzos extensiones de dirección NESW, con una velocidad muy baja de extensión como indica la baja deformación del plutón (4).

En este plutón pueden encontrarse distintos tipos de rocas de básicas a ácidas: gabro, diorita, granodiorita, monzogranito y leucogranito. Se trata de un plutón con zonación inversa, donde las partes más básicas se encuentran en la zona interna del mismo (4). Presenta dos unidades petrográficas diferentes:

Unidad externa (de borde) de carácter más ácido, que está representada principalmente por un granito de color claro, leucogranítico, con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita como principales componentes. En general presenta una textura seriada de tamaño de grano fino a grano grueso (1). Estas rocas presentan una tendencia equigranular a heterogranular, localmente porfídicas. La extensión de la zona de borde es aproximadamente un 60 % de la superficie total (3). La gran extensión de esta zona se puede deber a la proximidad con la superficie topográfica en el momento de la formación.

Unidad interna, más básica y variada. Se distinguen tres facies: 1) una oscura de naturaleza granodiorítica con piroxenos, anfíboles, biotita y cuarzo, 2) una facies intermedia granodiorítica con anfíbol, biotita, plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo, y 3) facies clara granítica con biotita y anfíbol, plagioclasas, feldespato potásico y cuarzo (1).

Las características texturales que se pueden observar en esta parte interna del plutón indican que se ha producido un proceso de mezcla entre dos tipos de magmas de distintas características físico-químicas, uno de tipo básico derivado del manto y otro ácido, derivado de la corteza.

-Metamorfismo de contacto: Rocas encajantes:

La intrusión de un cuerpo magmático produce un metamorfismo de contacto en las rocas encajantes. En este caso concreto, el plutón granítico de Aia desarrolla un metamorfismo de contacto por efecto térmico sobre las rocas sedimentarias de origen marino de edad Devónico-Carbonífero. Estas rocas, pizarras, ya presentaban un metamorfismo regional de bajo grado provocado por la Orogenia Hercínica (4).

La aureola metamórfica de contacto presenta un desarrollo variable que no suele sobrepasar el centenar de metros de espesor (3). El límite es difícil de precisar porque la roca de caja presenta un metamorfismo regional de grado bajo y por la escasez de afloramientos debido a la espesa cobertura vegetal.

Las rocas metamórficas que se pueden localizar pertenecer a las facies corneanas con hornblenda, con desarrollo de andalucitas centimétricas, en el lado navarro. Y en el lado guipuzcoano, donde el grado de metamorfismo es menor, encontramos pizarras moteadas (13).

Asociados al batolito hay una serie de filones que lo atraviesan originados por procesos hidrotermales que presentan una mineralogía rica en hierro como la goethita, limolita y siderita, en plomo y plata procedentes de la galena y otros minerales como fluorita, blenda u ortosa (4).

Historia geológica:

En el Cámbrico-Ordovícico (510 Ma), la microplaca Avalonia (aquí se localiza el SE de Iberia) se aleja de supercontinente Gondwana. El resto de Iberia se queda sumergido formando parte de la plataforma continental de Gondwana (5).

Posteriormente, Gondwana se fragmenta por el norte, y la Placa de Armórica (incluye desde Iberia hasta la Bretaña francesa) se separa a mediados del Devónico 410-360 Ma, y avanza hacia Laurasia dejando tras de sí un estrecho océano (O. del Macizo Central) y cerrando progresivamente el Océano Reico (ver Fig.2). Armorica es una microplaca alargada que se deforma al incrustarse con Laurasia: el órogeno resultante tiene forma de zig-zag: Rodilla Astúrica (5).

Primero choca Armórica con Laurasia, y seguidamente Gondwana con las otras dos, cerrando tras de sí dos cuencas oceánicas, es la Orogenia Hercínica. Ésta tuvo lugar hace unos 300 Ma. en varias fases de manera irregular, a medida que las microplacas se incrustaban con Laurasia; culmina con el cierre de los océanos del Macizo Central y el Reico (5). Debido a la orogenia Hercínica, las rocas sedimentarias de ambiente marino que se había formado de la zona

correspondiente a Peñas de Aia de edad Devónico-Carbonífero (350 Ma), se plegaron y levantaron. Surgen así las primeras montañas.

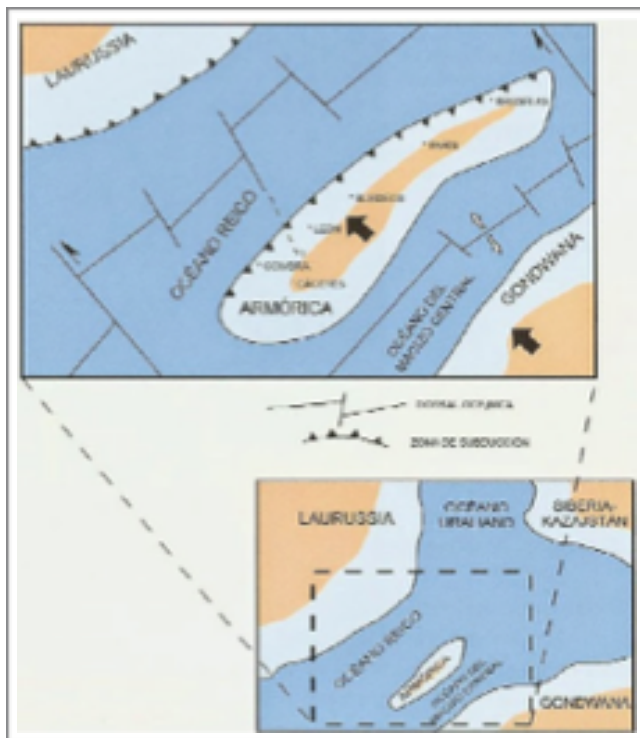


Fig.2. Mapa de Armórica, anterior a su choque con el resto de placas. Fuente:<http://3bp.blogspot.com/-OrgKxRQPpTY/U6Faguv8081/AAAAAAAAABA8/8A33w512vcs/s1600/01.jpg>

La erosión comienza a desgastar el relieve continental, rebajándolo. Mientras tanto, hace 280 Ma, durante el Pérmico, la colisión produce la fusión de la base de la corteza y la producción de grandes magmas graníticos que ascienden rápidamente por fracturas extensivas (producidas en Armórica al encajarse en la irregular placa de Laurasia) con temperaturas del orden de 600° C, que van atravesando los estratos ya plegados por la orogenia, y se acumulan bajo el orógeno hercínico. Este proceso formó el plutón granítico de Aia y otros de la Meseta, Galicia y Pirineos. El magma enfriado da lugar a las rocas graníticas que adoptan una disposición masiva que recibe el nombre de batolito, plutón o stock. El plutón no aflora en superficie, y queda cubierto por los primitivos sedimentos marinos del Devónico sometidos a un metamorfismo de contacto.

En el periodo Triásico con la formación de Pangea 2 , Iberia está en torno al Ecuador. Los macizos paleozoicos emergimos son sometidos a una importante fase erosiva bajo un clima árido. A excepción de dichas áreas emergidas el resto de lo que es hoy Navarra seguían sumergidas bajo aguas marinas. Al final del Triásico, Pangea se comenzó a fracturar entre los

que es hoy Norteamérica y África. El hueco entre ambas comenzó a formarse en actual océano Atlántico. Casi simultáneamente Australia y la Antártida se comenzaron a separar de África que aún seguía unida a la actual América del Sur. Más tarde, la India comenzó a separarse de la Antártida y África, con lo cual el océano Índico empezó a expandirse.

Durante el periodo Jurásico, la placa norteamericana se trasladó hacia el noroeste y el Atlántico se abrió hacia el Norte. A finales de este periodo comenzó a separarse África de Suramérica de sur a norte.

En el Cretácico los océanos Índico y Atlántico siguieron expandiéndose. La Placa Africana comenzó a cambiar su dirección de movimiento del oeste noroeste hacia Europa. En cretáceo superior (130 Ma) la cuenca Vasco- Cantábrica pierde profundidad y un mar cálido poco profundo de limpias y agitadas aguas ocupa parte de la geografía. Posteriormente se produce un hundimiento de la cuenca sedimentaria, y la progresiva erosión de la zona emergido favorece la enorme acumulación de sedimentos finos en lo que se denomina facies flysch en las zonas aledañas al plutón. En el Cretácico inferior el clima es de tipo tropical y ello da lugar a la formación de enormes arrecifes de coral de la zona, sedimentación de carbonatos. Las áreas continentales (macizos paleozoicos) continúan erosionándose y aportando sedimentos a las zonas costeras (7). La constante erosión del macizo tiende a rebajar su altura y de esta forma podemos calcular que, a finales del periodo cretácico, hace 70 Ma, los primeros asomos graníticos comienzan tímidamente a aflorar.

Desde la fragmentación del Pangea 2, la microplaca Iberia sufre dos fases, una distensiva y otra comprensiva:

Fase distensiva (antes de la orogenia Alpina): el océano Atlántico Central sigue expandiéndose y la dorsal formada por la falla de Vizcaya (formada en la colisión hercínica) empuja a Iberia, girándola 20-30° en sentido antihorario (ver Fig.3). Es la Rotación de Iberia, que abre el mar Cantábrico. Simultáneamente, la dorsal del Atlántico Central empuja hacia el este, llevando a la península a su posición actual. Se forma el golfo de Vizcaya y se separa de Francia.

Al comienzo de la era terciaria continua en los alrededores la sedimentación tipo Flysch(6), última rocas de ambiente marino. Entre 55-45 Ma, la India colisiona con Asia y Arabia con Eurasia, cerrando el mar del Thetys hace unos 35 Ma. Y por otra parte el choque entre las placas tectónicas de Iberia y la Euroasiática, una vez finalizada la etapa de deriva y apertura del Golfo de Bizkaia. Estos movimientos constituyen la denominada Orogenia Alpina. Debido a esta orogenia la placa Ibérica sufre la Fase comprensiva (8) que se inicia con la formación del sistema montañoso Pirenaico como consecuencia del empuje hacia el NW de Africa hacia

Europa predominando la subducción de la placa Ibérica bajo la Euroasiática. En la Península se forman los Pirineos y las Béticas, que antes eran cuencas de sedimentación. En el Paleógeno se forman los Pirineos y en el Neógeno las cordilleras Béticas. Se forman por la sucesión de dos procesos geológicos:

1º Colisión Iberia-Europa

2º Acercamiento África-Europa y colisión de la placa de Alborán contra el Sistema Ibérico (esa microplaca derivó sin rumbo en el mesozoico, pero a principios del cenozoico colisionó con Iberia) (8).

En su fase pirenaica pliega los fondos marinos y hace emerger de las aguas la cadena de los Pirineos y los Montes Vascos. De esta forma la cuenca vasco-cantábrica quedó definitivamente emergido hace 35 Ma, iniciándose el largo proceso erosivo que ha llevado a modelar el paisaje que actualmente conocemos (6).

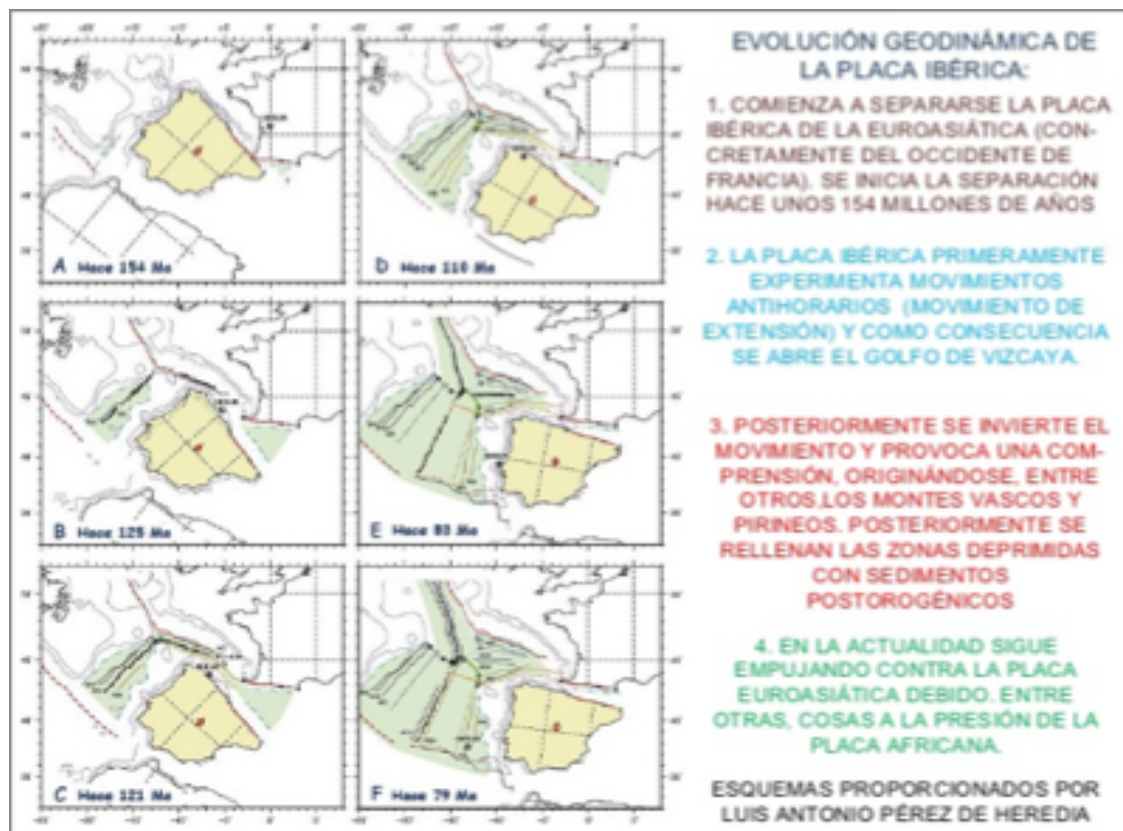


Fig.3. Evolución geodinámica de la Placa Ibérica. Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/1-meakozr-121029134506-phpapp01/95/1meakozr-14-638.jpg?cb=1351518492>

3. MARCO PEDAGÓGICO

Las metodologías educativas giran alrededor de las teorías del aprendizaje (basadas en la psicopedagogía) como son el conductismo, cognitivismo, constructivismo y últimamente el conectivismo (22). Cada paradigma tiene sus procesos, actividades y métodos de actuación.

La “metodología didáctica”, es definida por muchos autores como la **“forma de enseñar”**, es decir, todo aquello que da respuesta a “¿Cómo se enseñar?”. Por tanto, metodología es la “actuación del profesor (y del estudiante) durante el proceso de enseñanza aprendizaje”.

Existen numerosos métodos de enseñanza aprendizaje en cuanto al modo de razonamiento, sistematización de la materia, actividad del alumno, globalización contenidos, etc. Y para estudiar con eficacia, es conveniente aplicar diferentes metodologías y estrategias de estudio en función de la materia curricular. Por ejemplo: para matemáticas practicar, para ciencias experimentar y para historia, relacionar (23). Y es que, aunque en el momento de estudiar deben prevalecer metodologías comunes para todas las materias, para sacar el máximo partido a la jornada, se debe atender también a las técnicas y los métodos más efectivos para cada una de ellas.

Respecto a las materias de ciencias, en general, se ha producido en los últimos años una disminución del interés de los jóvenes por estudiar ciencia y tecnología. La consecuencia no sólo se ha remitido a un déficit en la cantidad de científicos e ingenieros, sino en una falta de comprensión del público en general acerca de los aspectos de la ciencia que son precisos para tomar decisiones informadas, como la preocupación por la salud personal y pública, el ambiente y la conservación de la energía. Se culpa a la forma en que se enseña ciencia en las escuelas por estos problemas (por ejemplo, European Commission, 2007) y se considera que aplicar una enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) es la solución. Una revisión reciente de un artículo de investigación (Minner et al., 2010) halló evidencias de que era más posible que se produzca una mayor comprensión conceptual gracias a enfoques basados en la indagación que a formas menos activas de aprendizaje.

“El aprendizaje por indagación es una actitud ante la vida, en donde la misma esencia de este implica involucrar al individuo en un problema y desde esta óptica, debe aportar soluciones. Dentro del ambiente de aprendizaje, pretende que el docente ayude a los alumnos a externar todas esas grandes ideas a través de preguntas y de la indagación constante. Además, que los alumnos busquen con interés, penetrando en el fondo de las ideas, desarrollando esa capacidad de asombro ante la realidad, analizando, entendiendo y reflexionando. Estas condiciones permiten que el enfoque por indagación, facilite la participación activa de los estudiantes en la

adquisición del conocimiento, ayude a desarrollar el pensamiento crítico, la capacidad para resolver problemas y la habilidad en los procesos de las ciencias y las matemáticas; elementos esenciales para constituirse en una práctica pedagógica para desarrollar enfoques de aprendizajes por proyectos.”(9)

Fundamento teórico¹

¿Qué es la indagación?

La indagación es un estado mental caracterizado por la investigación y la curiosidad, ante el estudio de una pregunta, cuestión o idea valiosa. Indagar se define como “la búsqueda de la verdad, la información o el conocimiento”. Los seres humanos lo hacen desde su nacimiento hasta su muerte. Es el tipo de trabajo que quienes trabajan en las disciplinas específicas realizan efectivamente al crear o construir el conocimiento. Por lo tanto, la indagación involucra compromiso e investigación serios, así como la creación activa de conocimiento nuevo y su verificación.(10).

El postulado: “Dímelo y se me olvidará, muéstrame y lo recordaré, involúcrame y entenderé” es la esencia del aprendizaje por indagación. Debe limitarse este término a que la indagación no es un “método” para hacer ciencia, historia ni otra asignatura, más bien, es una aproximación a los temas y problemáticas escogidos en los cuales se promueve formular preguntas reales, cuando éstos ocurren y por quien sea que pregunte. De manera igualmente importante, como garantía de calidad de una aproximación a la indagación todas las respuestas tentativas se toman seriamente y se investigan tan rigurosamente como las circunstancias lo permitan.”(10)

Este enfoque requiere que los estudiantes piensen en forma sistemática o investiguen para llegar a soluciones razonables a un problema. Ahí radica la importancia de la indagación. Además, la enseñanza por indagación se centra en el estudiante, no en el profesor; se basa en problemas, no en soluciones y promueve la colaboración entre los estudiantes. Este proceso se da en una atmósfera de aprendizaje físicos, intelectuales y sociales. Por último, la indagación propicia que los docentes estén mejor capacitados para ayudar a los estudiantes a progresar en su conocimiento.

La indagación debe usarse como una estrategia para el aprendizaje por varios motivos: vivimos en un mundo cambiante, los niños y las niñas tienen una necesidad de desarrollar su comprensión de la vida moderna y además nuestra sociedad se mueve muy rápido, tiene conexiones globales y se orienta hacia la tecnología. En suma, se requieren trabajadores que resuelvan problemas y piensen en forma crítica, es decir una fuerza laboral que “trabaja inteligentemente”.

¹ Fuente: <http://educrea.cl/aprendizaje-por-indagacion/>

Otros factores que influyen para que se use la indagación es que mejora la actitud y el aprovechamiento de los estudiantes, facilita la comprensión de los estudiantes y facilita el descubrimiento matemático.

Como características del enfoque por indagación se pueden mencionar: permita la participación activa de los estudiantes en la adquisición del conocimiento, ayuda a desarrollar el pensamiento crítico, facilita la capacidad para resolver problemas y otorga mayor habilidad en los procesos de las ciencias y las matemáticas en los estudiantes, guía a los estudiantes a formar y expresar conceptos por medio de una serie de preguntas y permite que la tecnología enlace a los estudiantes con la comunidad local y mundial.

La enseñanza basada en la indagación se produce de tres maneras, estas se dan en forma continua:

- a) Indagación dirigida por el profesor.
- b) Profesores y estudiantes como co-investigadores.
- c) Indagación dirigida por los estudiantes.

Los estudiantes aprenden a aprender cuando desarrollan las siguientes destrezas: la observación, el razonamiento, el pensamiento crítico y la capacidad para justificar o refutar el conocimiento. Este proceso se da también porque se estimula la creatividad y la curiosidad, además de controlar su aprendizaje.

La indagación emana de una pregunta, cuestión, problema o exploración que tiene significado para los estudiantes, pero la indagación eficaz se define como “más que solo hacer preguntas simples”. Es complejo porque los individuos tratan de traducir la información en conocimiento útil para ellos. Otra característica de esta definición es que el estudiante debe recordar los diferentes elementos involucrados, a saber: un contexto para las preguntas, un marco de referencia para las preguntas, un enfoque para las preguntas y diferentes niveles de preguntas.

Estas preguntas no son cualquier tipo de preguntas, son preguntas esenciales (ver Fig.4), que permiten “una ventana abierta hacia la comprensión”, que tratan con lo que es necesario, relevante e indispensable con el asunto que se está tratando (17). Las preguntas esenciales se desarrollan en un nivel taxonómico alto (pocas personas dominan el arte de las preguntas esenciales) (17), el de la comprensión, donde se espera que las respuestas sean expertas y logren integrar todos los aciertos cognocitivos que son importantes para una conceptualización. Las características de las preguntas esenciales son un eje que permite provocar el interés del estudiante y deben ser preguntas que estimulen la indagación, que revelen la riqueza de un tema, que sugieran una investigación fructífera; de manera que no conduzca a una conclusión prematura, sino al contrario que oriente y contemple los principios de la indagación eficaz.

Preguntas esenciales	Preguntas simples
¿Cómo el arte refleja la cultura o la cambia?	¿Qué es el arte del renacimiento?
¿Cómo un organismo triunfa en su medio ambiente?	¿Cuál es el círculo vital de una rana?
¿Cómo el conflicto produce cambio?	¿Cuál es el conflicto en la historia...?
¿Por qué cambian las Leyes?	¿Cómo un decreto se convierte en ley?
¿Es la historia una historia de progreso?	¿Cuáles son tres inventos de Ben Franklin?

Fig.4. Preguntas esenciales versus preguntas simples. Fuente: <http://educrea.cl/aprendizaje-por-indagacion/>

Mientras que el docente introduce las herramientas y el equipo adecuados según el contenido del aprendizaje; también guía a los estudiantes en el uso de estas ayudas de aprendizaje, una vez que usa la terminología apropiada según el contenido, modela, guía, facilita, sugiere cosas nuevas en las cuales fijarse y someter a prueba, motiva más experimentación y razonamiento, usa preguntas abiertas que fomentan la investigación, la observación y el razonamiento, y se mueve alrededor y se pone a disposición de todos los estudiantes; interactúa con ellos, habla con ellos, hace preguntas, hace sugerencias.

Un aspecto por considerar es que los estudios han demostrado que un concepto se entiende mejor si los estudiantes mismos lo formulan. De ahí que el papel más importante del docente es crear una atmósfera adecuada que motive a los estudiantes a participar en el proceso de indagación.

Pero ¿cuál es el papel de la tecnología en la indagación? La tecnología mejora la indagación porque permite a los estudiantes recopilar, organizar y presentar la información en una manera nueva e innovadora, también permite visualizar los conceptos complejos y adicionalmente, los estudiantes pueden ver animaciones de sistemas que interactúan. La tecnología permite compartir el espacio de trabajo donde los estudiantes recopilan y hacen preguntas y construyen su conocimiento con base en sus descubrimientos, hace que los individuos trabajen en una respuesta conjunta, hay más colaboración y las respuestas de los individuos están influenciadas por lo que ven en la pantalla y por la información colectiva de los otros miembros del grupo. Por otra parte, el personal docente puede hacer uso de la tecnología para apoyar las actividades de enseñanza-aprendizaje guiadas por la indagación y centradas en los estudiantes.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Se trata de una propuesta didáctica de enseñanza basada en la indagación, metodología expuesta en el apartado anterior, que da respuesta a la formación y evolución del macizo paleozoico “Peñas de Aia”. En la cual, se plantea a los alumnos que descubran y reconstruyan la historia geológica de la zona partiendo de unas rocas, concretamente la facies graníticas del plutón y las rocas metamórficas del encajante.. Para conseguir esto los alumnos irán recabando información y datos de las diferentes especialidades de la geología como son la mineralogía, la petrología, la geología estructural, geología histórica, paleontología, etc. A lo largo de la propuesta se suceden distintas actividades didácticas, con el objetivo de promover dinámicas de creación de conocimiento científico y la sistematización del aprendizaje, y la consecución del objetivo final: realizar un proyecto / presentación de divulgación científica sobre la historia geológica de Peñas de Aia.

Esta propuesta propone una manera más interesante de estudiar los diferentes contenidos que estipula el currículo al aplicarlos a un contexto real como lo es Peñas de Aia. De esa manera, se pone a los alumnos en contacto con el material a trabajar e involucrándolos en el proceso de construcción del conocimiento, resultándoles la tarea mucho más motivadora, por lo que es de prever que los resultados en el aprendizaje serán mejores y más eficaces. Aumentando el contenido práctico de la asignatura y promoviendo un desarrollo de la capacidad de observación mayor, tan importantes en el trabajo de las ciencias. La propuesta presenta una secuencia de actividades ordenadas y relacionadas entre sí. Durante el desarrollo de la misma, según las ECBI (11), estrategias de enseñanza de las ciencias basadas en la indagación, se propone a los alumnos que participen en la elaboración de modelos científicos o la interpretación de datos mediante la metodología científica. De este modo los alumnos van descubriendo y recopilando poco a poco datos que los van interpretando a su vez, hasta que juntan todas las piezas del puzzle. Todo ello hace que se promueva el interés de los alumnos y un aprendizaje más significativo que pueda ser transferible a nuevos contextos.(Osborne y Dillon, 2008; Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen y Walberg-Heriksson 2006; Hodson, 1994; Caamaño, 2012).

Al final de la propuesta los alumnos son capaces de aprender a realizar observaciones, a plantear preguntas, usar herramientas para recopilar, analizar e interpretar datos y comunicar los resultados.

4.2. OBJETIVOS GENERALES

Según la ORDEN FORAL 66/2008, de 14 de mayo: el desarrollo de la materia de geología ha de contribuir a que los alumnos adquieran las siguientes capacidades:

1. Comprender los principales conceptos de la geología y su articulación en leyes, teorías y modelos, valorando el papel que éstos desempeñan en su desarrollo.
2. Resolver problemas que se les planteen en la vida cotidiana, seleccionando y aplicando los conocimientos geológicos relevantes.
3. Utilizar con autonomía las estrategias características de la investigación científica (plantear problemas, formular y contrastar hipótesis, planificar diseños experimentales, etc.) y los procedimientos propios de la geología, para realizar pequeñas investigaciones y, en general, explorar situaciones y fenómenos desconocidos para ellos.
4. Comprender la naturaleza de la geología, sus avances y sus limitaciones, así como sus complejas interacciones con la tecnología y la sociedad, valorando la necesidad de trabajar para lograr una mejora de las condiciones de vidas actuales.
5. Valorar la información proveniente de diferentes fuentes para formarse una opinión propia que les permita expresarse críticamente sobre problemas actuales relacionados con la geología.
6. Comprender que el desarrollo de la geología supone un proceso cambiante y dinámico, mostrando una actividad flexible y abierta frente a opiniones diversas.

4.3.METODOLOGÍA

La metodología de esta propuesta se lleva a cabo teniendo en cuenta las estrategias propias del método científico, propiciando el planteamiento de problemas, la reflexión crítica, el razonamiento analítico y la búsqueda de soluciones. La finalidad de ésta es que los alumnos sean capaces de trasladar los planteamientos teóricos a la solución de problemas concretos, como en este caso el Plutón de Aia.

La propuesta didáctica está estructurada en dos partes bien diferenciadas, ambas desarrolladas simultáneamente.

Una primera parte de trabajo en el aula con el libro de texto, explicaciones expositivas por parte del profesor, utilización de recursos audiovisuales, etc, donde se ve la parte teórica. Y una segunda parte más versátil, atractiva, motivadora y participativa para los alumnos en la que se aplican esos conceptos en un caso práctico. Se trata de conectar el análisis de lo observado con los conocimientos científicos que van explicando en el aula o con los conocimientos previos que los alumnos ya poseen.

La segunda parte consta de una secuencia de actividades organizadas y enlazadas entre sí enfocadas a descubrir la formación y evolución del macizo. Los datos e información se relacionan entre sí, de manera que es necesario conocer unos para poder proseguir en la búsqueda de los siguientes. El alumno se ve obligado a seguir un hilo conductor marcado por el profesor. El cual hace preguntas de investigación a los alumnos, les proporciona materiales y herramientas apropiados para la búsqueda de datos y observaciones, les guía en la recolección de los mismos, y en interpretación y síntesis de los resultados. La propuesta está estructurada en diferentes tipos de sesiones:

Clases magistrales: Presentación de los contenidos teóricos del programa mediante la exposición oral, utilizando como apoyo la pizarra, medios audiovisuales, y presentaciones informáticas. Los esquemas y la bibliografía se incluirán en bases electrónicas a disposición de los alumnos.

Clases prácticas de laboratorio:

- 1.- Manejo del GPS, brújula con clinómetro y lupa.
- 2.- Sistemas de proyección cartográfica. Escalas. Mapas topográficos. Brújula. Dirección y buzamiento de los estratos. Levantamientos topográficos.
- 3.- Interpretación mapas geológicos, levantamiento de columnas estratigráficas.

- 4.- Fotografía aérea. Visión estereoscópica. Cartografía de superficies de interés.
- 5.- Reconocimiento visual de minerales.
- 6.- Reconocimiento de visu de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.
- 7.- Búsqueda de mapas geológicos y memorias en el IGME.
- 8.- Levantamiento de cortes geológicos.

Clases prácticas de campo: Trabajo en el campo (Macizo Peñas de Aia). Observación de afloramientos para reconocer in situ litologías, contactos, estratos, estructuras de deformación, estructuras sedimentarias y fósiles, contextos geológicos y técnicas de campo en geología.

Seminarios: Se organizarán para la exposición de los trabajos de investigación que los alumnos han ido desarrollando a lo largo de la propuesta didáctica sobre el “Macizo granítico de Peñas de Aia”, con ronda de preguntas al finalizar las exposiciones

Actividades extraescolares: Visita al Museo Luberri y Minas de Arditurri localizados en el Parque natural Peñas de Aia.

4.4. CONTENIDOS

Los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje según la legislación marcada la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), para la asignatura de Geología en 2º de Bachiller, son los siguientes:

BLOQUE 1.-EL PLANETA TIERRA Y SU ESTUDIO.

- Perspectiva general de la Geología, sus objetos de estudio, métodos de trabajo y su utilidad científica y social.
- Definición de Geología. El trabajo de los geólogos. Especialidades de la Geología.
- La metodología científica y la Geología.
- El tiempo geológico y los principios fundamentales de la Geología.
- La Tierra como planeta dinámico y en evolución. La tectónica de placas como teoría global de la Tierra.
- La evolución geológica de la Tierra en el marco del Sistema Solar. Geoplanetología.
- La geología en la vida cotidiana. Problemas medioambientales y geológicos globales.

BLOQUE 2.-MINERALES, LOS COMPONENTES DE LAS ROCAS.

- Materia mineral y concepto de mineral. Relación entre estructura cristalina, composición química y propiedades de los minerales.
- Clasificación químico-estructural de los minerales.
- Formación, evolución y transformación de los minerales. Estabilidad e inestabilidad mineral.
- Procesos geológicos formadores de minerales y rocas: procesos magmáticos, metamórficos, hidrotermales, supergénicos y sedimentarios.

BLOQUE 3.-ROCAS ÍGNEAS, SEDIMENTARIAS Y METAMÓRFICAS.

- Concepto de roca y descripción de sus principales características. Criterios de clasificación. Clasificación de los principales grupos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.
- El origen de las rocas ígneas. Conceptos y propiedades de los magmas. Evolución y diferenciación magmática.
- El origen de las rocas sedimentarias. El proceso sedimentario: meteorización, erosión, transporte, depósito y diagénesis. Cuencas y ambientes sedimentarios.
- El origen de las rocas metamórficas. Tipos de metamorfismo. Facies metamórficas y condiciones físico-químicas de formación.
- Fluidos hidrotermales y su expresión en superficie. Depósitos hidrotermales y proceso metasomáticos.
- Magmatismo, sedimentación, metamorfismo e hidrotermalismo en el marco de la tectónica de placas.

BLOQUE 4.-LA TECTÓNICA DE PLACAS, UNA TEORÍA GLOBAL.

- Cómo es el mapa de las placas tectónicas.
- Cuánto y cómo se mueven.
- Deformación de las rocas: frágil y dúctil.
- Principales estructuras geológicas: pliegues y fallas.
- Orógenos actuales y antiguos.

- Relación de la tectónica de placas con distintos aspectos geológicos.
- La tectónica de placas y la historia de la Tierra.

BLOQUE 5.-PROCESOS GEOLÓGICOS EXTERNOS.

- Las interacciones geológicas en la superficie terrestre.
- La meteorización y los suelos.
- Los movimientos de ladera: factores que influyen en los procesos. Tipos.
- Acción geológica del agua.
- Distribución del agua en la Tierra. Ciclo hidrológico.
- Aguas superficiales: procesos y formas resultantes.
- Glaciares: tipos, procesos y formas resultantes.
- El mar: olas, mareas y corrientes de deriva. Procesos y formas resultantes.
- Acción geológica del viento: procesos y formas resultantes. Los desiertos.
- La litología y el relieve (relieve kárstico, granítico).
- La estructura y el relieve. Relieves estructurales.

BLOQUE 6.-TIEMPO GEOLÓGICO Y GEOLOGÍA HISTÓRICA.

- El tiempo en Geología. El debate sobre la edad de la Tierra. Uniformismo frente a Catastrofismo. El registro estratigráfico.
- El método del actualismo: aplicación a la reconstrucción paleoambiental. Estructuras sedimentarias y biogénicas. Paleoclimatología.
- Métodos de datación: geocronología relativa y absoluta. Principio de superposición de los estratos. Fósiles. Bioestratigrafía. Los métodos radiométricos de datación absoluta.
- Unidades geocronológicas y cronoestratigráficas. La tabla del Tiempo Geológico.
- Geología Histórica. Evolución geológica y biológica de la Tierra desde el Arcaico a la actualidad, resaltando los principales eventos. Primates y evolución del género Homo.

BLOQUE 7.-RIESGOS GEOLÓGICOS.

- Los riesgos naturales: riesgo, peligrosidad, vulnerabilidad, coste.
- Clasificación de los riesgos naturales endógenos, exógenos y extraterrestres.
- Principales riesgos endógenos: terremotos y volcanes.
- Principales riesgos exógenos: movimientos de ladera, inundaciones y dinámica litoral.
- Análisis y gestión de riesgos: cartografías de inventario, susceptibilidad y peligrosidad.
- Prevención: campañas y medidas de autoprotección.

BLOQUE 8.-RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS. AGUAS SUBTERRÁNEAS.

- Recursos renovables y no renovables.
- Clasificación utilitaria de los recursos minerales y energéticos.
- Yacimiento mineral. Conceptos de reservas y leyes. Principales tipos de interés económico a nivel mundial.
- Exploración, evaluación y explotación sostenible de recursos minerales y energéticos.
- La gestión y protección ambiental en las explotaciones de recursos minerales y energéticos.
- El ciclo hidrológico y las aguas subterráneas. Nivel freático, acuíferos y surgencias. La circulación del agua a través de los materiales geológicos.
- El agua subterránea como recurso natural: captación y explotación sostenible. Posibles problemas ambientales: salinización de acuíferos, subsistencia y contaminación.

BLOQUE 9.-GEOLOGÍA DE ESPAÑA.

- Principales dominios geológicos de la Península Ibérica. Baleares y Canarias.
- Principales eventos geológicos en la Historia de la Península Ibérica, Baleares y Canarias: origen del Atlántico, Cantábrico y Mediterráneo, formación de las principales cordilleras y cuencas.

BLOQUE 10.-GEOLOGÍA DE CAMPO.

- La metodología científica y el trabajo de campo. Normas de seguridad y autoprotección en el campo.
- Técnicas de interpretación cartográfica y orientación. Lectura de mapas geológicos sencillos.
- De cada práctica de campo: Geología local del entorno del centro educativo, o del lugar de la práctica, y Geología regional.
- Recursos y riesgos geológicos. -Elementos singulares del patrimonio geológico del lugar donde se realiza la práctica.

4.5. ORGANIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS EN LA PROPUESTA DIDÁCTICA

La materia de Geología se estructura en 10 bloques, de los cuales nuestra propuesta didáctica dará respuesta a 8 de ellos, dejando fuera los bloques 5 y 7. Éstos serán estudiados a parte por este orden; primero, el bloque 5 “Procesos geológicos externos” y después el bloque 7 “Riesgos geológicos”. Ambos bloques están íntimamente relacionados, ya que es necesario conocer primero, como funcionan y actúan los agentes geológicos externos y sus formas resultantes para luego poder analizar, clasificar, valorar y gestionar los posibles riesgos derivados de los procesos geológicos externos.

La propuesta comenzará con la impartición de los Bloques 10 y 1 de manera conjunta, para luego seguir ordenadamente con los bloques 2, 3, 4, 6, 8 y 9. A continuación se describe, de manera resumida la integración de los contenidos de estos bloques, descritos anteriormente, en la propuesta didáctica.

BLOQUE 1.-EL PLANETA TIERRA Y SU ESTUDIO.

A lo largo de este bloque los alumnos conocerán la importancia de la ciencia de la Geología en nuestra sociedad y comprenderán el trabajo realizado por los geólogos, sus objetos de estudio y métodos utilizados. La parte más importante del trabajo de un geólogo se hace en el campo y después una vez hecha la toma de datos y recogida de muestras se pasa a la interpretación de los mismos.

BLOQUE 10.-GEOLOGÍA DE CAMPO.

En este bloque los alumnos conocerán de manera directa las principales técnicas de estudio que se utilizan en la Geología de campo y el manejo de algunos instrumentos básicos como pueden ser la brújula, el estereoscopio, la lupa o el martillo.

Contenidos:

- Interpretación de mapas geológicos, cortes geológicos, fotografía aérea y columnas estratigráficas.
- Observación y descripción de afloramientos
- Toma de coordenadas, dirección y buzamiento de las capas con la brújula.

Para ello se realizará una salida de campo al “Macizo Peñas de Aia”, al inicio de la unidad, donde los alumnos observarán de primera mano el área a estudiar. Recorrerán un itinerario geológico, en el cual se estudiarán diferentes estructuras, recogerán muestras de rocas y fósiles de los diferentes afloramientos, y realizarán un pequeño mapa geológico. Todo ello les será de utilidad en las siguientes sesiones realizadas en el aula.

BLOQUE 2.-MINERALES, LOS COMPONENTES DE LAS ROCAS.

En este apartado los alumnos describirán las propiedades que caracterizan a los minerales. Comprenderán la relación entre estructura cristalina, composición química y propiedades de los minerales. Y por último, conocerán la formación, evolución y transformación de los minerales, y los procesos formadores de rocas y minerales magmáticos, metamórficos, hidrotermales, etc.

El plutón de Aia, formado por un proceso magmático, presenta rocas ígneas intrusivas que van desde una composición más ácida en su periferia a rocas más básicas en su zona interna, presentando una gran variedad de minerales como cuarzo, feldespatos y micas a anfíboles y piroxenos. A través de las “Series de Bowen” los alumnos estudiarán que los minerales procedentes de magmas básicos cristalizan a temperaturas mayores, y presentan una estructura cristalina más simple (Nesosilicatos). A medida que desciende la temperatura la composición de magma va cambiando hacia más ácida y la estructura cristalina es más compleja, pasando por los sorosilicatos, ciclosilicatos, inosilicatos, filosilicatos hasta llegar a los los tectosilicatos.

Por otra parte, la intrusión del plutón granítico de Aia produjo una aureola de metamorfismo de contacto en la roca encajante. El grado de metamorfismo que presenta la aureola no es el mismo en todas sus partes. En el lado navarro, donde el metamorfismo es de

mayor grado, se pueden encontrar corneanas con hornblenda con desarrollo de andalucitas (Nesosilicatos), y el lado guipuzcoano, con un metamorfismo de menor grado, presenta pizarras moteadas con óxidos de hierro y biotita (Filosilicatos). De ese modo, se observarán en las diferentes facies metamórficas como los minerales se transforman en otros en función de las variables de presión, temperatura y composición de la roca original.

Y por último, asociados al batolito hay unos filones mineralizados que lo atraviesan originados por procesos hidrotermales que presentan una mineralogía rica en hierro, plomo y plata como la goethita, limolita, siderita, galena y otros minerales como fluorita, blenda u ortosa. De ese modo los alumnos conocerán como se forman esas mineralizaciones y que condiciones físico-químicas requieren.

BLOQUE 3.-ROCAS ÍGNEAS, SEDIMENTARIAS Y METAMÓRFICAS.

A lo largo de esta unidad incidiremos en profundidad en los distintos tipos de rocas. Los alumnos tendrán que diferenciar e identificar por sus características los distintos tipos de formaciones de rocas y conocer el origen de los mismos.

En el proceso de formación del plutón granítico de Aia están involucradas los tres tipos de rocas principales: ígneas, metamórficas y sedimentarias. Por un lado, las rocas ígneas que forman el plutón, y por otro lado las rocas sedimentarias del encajante que se transformaron en rocas metamórficas debido a la intrusión ígnea. Para conocer bien el proceso de metamorfismo es necesario conocer las rocas originarias, y éstas eran una rocas sedimentarias del Devónico. De este modo, los alumnos empezarán por analizar las rocas ígneas del plutón, seguidamente de las rocas metamórficas resultantes de la intrusión magmática, y finalmente las rocas sedimentarias (Protolito) originarias antes del emplazamiento granítico.

Las rocas ígneas serán estudiadas a través del plutón granítico, el cual presenta una variedad de rocas que van desde facies de leucogranito en la zona de borde a granodioritas, gabros y granito con biotita en la zona interna. A través de estas rocas los alumnos analizarán el proceso de evolución y diferenciación magmática, e identificarán los magmas de los cuales proceden estas rocas. Por otro lado, la composición magmática de estas rocas nos indican un magma de composición ácida procedente de la corteza en la zona periférica, y una mezcla de magmas ácidos y básicos procedentes de la corteza y el manto en la zona interna del plutón. Utilizando las series de Bowen, conociendo a que temperaturas y presiones cristalizan los diferentes tipos de magmas dando los correspondientes tipos de rocas los alumnos podrán identificar en que contexto tectónico tienen lugar esos procesos magmáticos, como son las zonas de subducción, rift, colisión de márgenes convergentes, etc.

Las rocas metamórficas localizadas en la aureola de contacto del batolito nos hablan de un metamorfismo de contacto que presentan diferentes grados de metamorfismo. Los alumnos conocerán las diferentes facies metamórficas en función de las variables de presión y temperatura, y como los minerales van cambiando estructuralmente en función de que aumente la presión o la temperatura, o ambas variables a la vez. En este caso los alumnos identificarán las facies de la aureola de contacto con un metamorfismo de grado bajo-medio como son las pizarras moteadas y las corneanas con hornblenda, que nos hablan de temperaturas máximas de 600° C. Las rocas sedimentarias podemos estudiarlas a través de su composición mineral, la textura, estructuras sedimentarias o fósiles. Todos estos elementos son el reflejo de los procesos geológicos que las crearon y los ambientes sedimentarios en los que tuvieron lugar. Las rocas del Devónico, anteriores a la intrusión del plutón de Aia, eran rocas sedimentarias formadas en un ambiente marino en un mar de poca profundidad y de aguas cálidas. Todo ello se puede saber por la composición y la granulometría de los granos que forman la roca, además de las estructuras sedimentarias y fósiles que pueda presentar.

BLOQUE 4.-LA TECTÓNICA DE PLACAS, UNA TEORIA GLOBAL.

En esta unidad los alumnos comprenderán la importancia de la teoría de la tectónica de placas, y como ésta hace encajar en un puzzle todos los acontecimientos geológicos como es su relación con el magmatismo, el metamorfismo o la deformación de las rocas.

A través de esta unidad los alumnos conocerán como ha cambiado el mapa de las placas tectónicas en los últimos 400 Ma hasta la actualidad, entendiendo a su vez cómo y por qué se mueven las placas.

Las intrusiones magmáticas que dan lugar a las rocas plutónicas como lo es el plutón de Aia, tienen lugar en el interior de la corteza terrestre. Sin embargo, éste está aflorando en la superficie en la actualidad. Así, los alumnos se preguntarán ¿qué ha pasado? La respuesta estará en la tectónica de placas.

Además, llegado a este punto los alumnos ya conocerán la relación de la tectónica de placas con los procesos magmáticos vista en el bloque 3, y tendrán identificada la intrusión del plutón de Aia con una zona de subducción y colisión continental de dos placas (orógeno hercínico). De ese modo, los alumnos realizarán un recorrido en la evolución tectónica para llegar al contexto tectónico actual en el que se encuentra el macizo granítico de Peñas de Aia, conociendo los diferentes límites de placas que existen y como evolucionan de unos a otros. Es decir, el paso de un orógeno a la formación de un rift y posterior apertura de una cuenca oceánica, o el cierre de ésta pasando por una zona de subducción evolucionando a un orógeno.

BLOQUE 6.-TIEMPO GEOLÓGICO Y GEOLOGÍA HISTÓRICA.

A lo largo de este bloque los alumnos analizarán el concepto de tiempo geológico, entenderán la naturaleza del registro estratigráfico y la duración de diferentes fenómenos geológicos. También identificarán las principales unidades cronoestratigráficas de la tabla del tiempo geológico.

Por otra parte, durante el desarrollo de esta unidad descubrirán los diferentes métodos utilizados para la reconstrucción de la historia geológica de un lugar. Estos métodos son el actualismo y la datación.

Los alumnos aplicarán los principios del uniformismo y del actualismo que dicen: “las leyes y procesos naturales han permanecido uniformes a lo largo del tiempo” y “el presente es la clave del pasado” respectivamente, para la reconstrucción del pasado del macizo de Peñas de Aia.

Además, se ayudarán de la utilización de los métodos de datación. Por un lado conocerán el método de datación absoluta mediante el método radiométrico de isótopos, y cuales son los isótopos más indicados para la datación de los diferentes tipos de rocas. El método de datación absoluta utilizado para conocer la edad de formación del plutón es mediante isótopos U-Pb. Y por otro lado los métodos de datación relativa como son la aplicación de los principios fundamentales de geología (Superposición de Estratos, Sucesión Faunística, de Polaridad, etc), para la reconstrucción e interpretación de cortes geológicos.

Y por último a lo largo de la reconstrucción de la historia geológica del “Macizo de Aia”, los alumnos descubrirán que el clima ha variado a lo largo del tiempo por causas naturales externas al planeta como puede ser un meteorito, e internas al planeta como la formación del supercontinente “Pangea 2”.

BLOQUE 8.-RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS. AGUAS

SUBTERRÁNEAS.

En esta unidad los alumnos se familiarizaran con los conceptos de recursos naturales renovables y no renovables, yacimiento mineral y reserva.

Como ya hemos mencionado en el bloque 2, asociados al plutón hay unos filones mineralizados que han sido explotados desde la época romana. Para una mejor comprensión de esta unidad se realizará un visita a las “Minas de Arditurri” localizadas en el Macizo de Peñas de Aia.

BLOQUE 9.-GEOLOGÍA DE ESPAÑA.

En esta última unidad se ampliarán y entenderán mejor los conocimientos de la historia geológica de España. A través de la historia del plutón de Aia podremos ver como se formaron los materiales paleozoicos de la península Ibérica, la apertura del O. Atlántico cuando se fracturó el supercontinente Pangea 2, la apertura del golfo de Vizcaya al girar la Península Ibérica en sentido antihorario, para dar lugar al erógeno Alpino debido al choque de la placa Ibérica con la Eurasiática.

4.6. ACTIVIDADES

La secuencia de actividades que se describen a continuación, aunque están enmarcadas dentro de los bloques que marca el currículo de la asignatura de Geología, están pensadas y desarrolladas para descubrir el proceso de formación del plutón granítico de Aia y su posterior evolución hasta la actualidad. A lo largo de estas 23 prácticas se da respuestas a una serie de preguntas que los alumnos se irán haciendo: ¿Cómo y dónde se originó esa roca? ¿Qué composición mineralógica tiene? ¿Qué otro proceso desencadenó la formación la roca granítica en las rocas encajantes? ¿Qué podemos saber de estas rocas encajantes? ¿Qué rocas eran originalmente? ¿Cuándo y en qué contexto tectónico tuvo lugar la intrusión ígnea? ¿Cómo han aflorado esas rocas en la superficie terrestre? ¿Qué ha pasado?, etc.

BLOQUES	CONTENIDOS	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	PREGUNTAS ESENCIALES
1. El planeta Tierra y su estudio. 2. Geología de campo.	<ul style="list-style-type: none"> - Metodología científica y la Geología - Metodología y trabajo de campo 	ETAPA DE EXPLORACIÓN: en estas tres prácticas los alumnos tomarán contacto directo con el área a estudiar, “Peñas de Aia”. Conocerán y usarán los métodos y materiales de los que hace uso el geólogo para interpretar lo que ve, como son el uso de brújulas, lupa, martillo, cortes, mapas, fotografía aérea, etc. En la salida al campo tomarán notas de sus interpretaciones y recogerán muestras de rocas, para posteriormente analizarlas en el aula y formular diferentes hipótesis sobre su formación. Finalmente estudiarán e interpretarán las estructuras del mapa geológico de Aia.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Salida campo 2. Visu “rocas” 3. Mapa geológico 	<p>¿Qué es lo que observas? ¿Qué te cuentan las rocas? ¿Cómo interpretas lo que ves? ¿Qué criterios utilizas para clasificarlas? ¿Cómo crees que se formaron esas rocas?</p>

BLOQUES	CONTENIDOS	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	PREGUNTAS ESENCIALES
<ol style="list-style-type: none"> Minerales, los componentes de las rocas. Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relación composición química-estructura-propiedades. - Clasificación químico estructural. - Condiciones físico-químicas de formación. 	<p>FORMACIÓN DEL PLUTÓN: en el desarrollo de esta actividades los alumnos indagarán sobre el proceso de formación. A partir de los minerales que forman las rocas del plutón podrán interpretar presión, temperatura a la que cristalizaron, y la composición del magma que dio lugar al plutón. Para ello usarán como herramienta las series de Bowen. Además analizaran la relación tectónica magmatismo, para así descubrir el marco tectónico de su formación. Finalmente analizarán el tipo de metamorfismo que tuvo lugar, e indagarán sobre las rocas originales (Protolito).</p>	<ol style="list-style-type: none"> Clasificación mineral según composición-estructura. Series de Bowen. La formación de las rocas. Tipos de magma y contexto tectónico. Evolución magnética Discusión. Metamorfismo, tipos y facies metamórficas. Rocas metamórficas, rocas de origen (Protolito). 	<p>¿Qué implicaciones tiene la composición de un magma?</p> <p>¿Cómo relacionas el magmatismo con la tectónica?</p> <p>¿Qué puedes concluir de la diferente composición de las rocas del plutón?</p> <p>¿Que consecuencias tiene una intrusión magmática?</p>
<ol style="list-style-type: none"> La tectónica de placas, una teoría global. Tiempo geológico y geología histórica. Geología de España. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mapa tectónica de placas. - Estructuras de deformación: pliegues y fallas. - Orógenos. - Evolución de las placas tectónicas - Método del actualismo y uniformismo. - Datación relativa y absoluta. - Unidades geocronológicas y cronoestratigráficas. - Evolución geológica y biológica. 	<p>EVOLUCIÓN DEL MACIZO DE PEÑAS DE AIA DESDE SU FORMACIÓN. A lo largo de estas actividades conocerán cuando tuvo lugar la intrusión del plutón y los eventos geológico que ha sufrido la zonde desde entonces hasta la actualidad.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Formación Plutón de Aia. Fragmentación de Pangea. Deriva continental. Tectónica local de Aia. Datación tiempo geológico. Fósiles del Macizo Peñas de Aia. Escala tiempo geológico. Reconstrucción corte geológico Peñas de Aia. Historia geológica Peñas de Aia. Visita Museo Luberri. 	<p>¿Cómo explicas que el plutón está aflorando en superficie?</p> <p>¿qué ha pasado?</p> <p>¿A qué conclusiones puedes llegar estudiando los fósiles de una roca?</p> <p>¿Qué factores implicados puede haber para explicar los cambios ambientales a nivel climático, geográfico, etc?</p>
<ol style="list-style-type: none"> Recursos minerales y energéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso mineral, yacimiento mineral y explotación. 	<p>EXPLOTACIÓN FILONES MINERALIZADOS, conocerán de primera mano una explotación minera, los minerales por los que se explota y sus aplicaciones en la sociedad.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Visita Minas de Arditurri. 	<p>¿En que conocimientos se basa la explotación de recursos?</p> <p>¿Puedes explicarme las consecuencias de la explotación de recursos desde tu punto de vista?</p>
EVALUACIÓN			<ol style="list-style-type: none"> Exposición proyectos. 	<p>Cuéntame, ¿qué sabes de Peñas de Aia?</p>

Fig.5. Esquema de las actividades. Autora: Sara Gallués Ibilcieta

Actividades Bloque 10. Geología de campo

Para este bloque se propone varias sesiones prácticas entre ellas un itinerario geológico.

Itinerario Geológico: las actividades de campo juegan un rol fundamental en la formación del alumnado, y deberían ser consideradas uno de los principales recursos educativos. Además de complementar la formación teórica, las salidas de campo fomentan el interés de los alumnos por el medio natural (12).

La salida al campo para realizar un itinerario geológico se hará como introducción a esta propuesta didáctica. Los alumnos irán al macizo paleozoico de Peñas de Aia para que tengan una primera toma de contacto con la zona a estudiar y con los materiales a trabajar. Además con esta salida se pretende que conozcan de primera mano el trabajo de campo del geólogo. Previa a esta salida los alumnos trabajarán en el aula mediante ejercicios prácticos una guía (Anexo I) que desarrolla la metodología del trabajo de campo del geólogo y los materiales necesarios para ello.

Después de la salida de campo, los alumnos realizarán una practica de reconocimiento de “visu de rocas” con las muestras que recogieron en el campo. Éstos tratarán de identificar a que grupo petrológico pertenecen. Se les pedirá que observen detenidamente sus características más fácilmente reconocibles, especialmente los colores, los componentes, disposición macroscópica de los componentes (estructura), y sus relaciones intergranulares (textura) en lo que se puede observar a simple vista. Posteriormente, se les instará a deducir y proponer hipótesis sobre sus condiciones de formación y procesos que las originaron. Los alumnos ya tienen unos conceptos previos de los cursos anteriores que les permite llevar a cabo esta actividad. Con la segunda y tercera práctica el alumnado hará uso de herramientas digitales como el IGME, además de constatar y/o completar el conocimiento adquirido en la primera y segunda práctica.

La página web del Instituto geológico minero (IGME) ofrece valiosos servicios de información y divulgación científica, actividades y recursos educativos. En esta página los alumnos consultaran el MAGNA correspondiente al área de Peñas de Aia. Las hojas y memorias del MAGNA son uno de los recursos más valiosos de información geológica a nivel nacional.. Estos mapas de escala 1:50.000 se encuentran disponibles en su práctica totalidad en versión *on line*, así como las memorias geológicas. En ellas los alumnos podrán encontrar información geológica detallada de la zona incluyendo cartografía, tectónica, estratigrafía, paleontología, historia geológica, etc.

En el desarrollo de este bloque se pretende que los alumnos aprendan a:

- Utilizar el material de campo.
- Leer e interpretar mapas geológicos sencillos, fotografías aéreas.
- Observar y describir afloramientos.
- Conocer y describir los principales elementos geológicos del itinerario.
- Conocer y utilizar las principales técnicas de representación de datos geológicos (columnas, cortes geológicos).
- Reconocer y clasificar muestras de rocas.

Práctica 1: Salida Campo Peñas de Aia.

Introducción geológica:

Las rocas ígneas del plutón granítico, son rocas intrusivas que se emplazan en un encajante compuesto por una serie sedimentaria principalmente detrítica de edad Devónico a Carbonífero.

El plutón presenta una forma ovalada y alargada según una dirección NNE-SSW y tiene unas dimensiones de afloramiento de unos 75 km, es por tanto un stock. En su parte central se encuentra cortado por la falla de Aritxulegi, de dirección E-W (1).

En este plutón se pueden encontrar distintos tipos de rocas, de básica a ácidas: garbo, diorita, granodiorita, monzogranito y leucogranito. Las facies presentes se distribuyen en dos grandes unidades, la periférica, más desarrollada al norte, consiste en las rocas más ácidas y está representada principalmente por un granito de grano fino a grueso de color claro, leucogranito. La parte interior, más básica y variada en composiciones está compuesta por tres facies principales; oscura, intermedia y clara, con rocas de tipo gabro, diorita, granodiorita y granito (3).

La intrusión del stock granítico de Aia por efecto térmico del mismo produce un metamorfismo de contacto. La aureola metamórfica que se desarrolla presenta un espesor variable que no suele sobrepasar el centenar de metros. Las rocas que se presentan en la aureola tienen un grado de metamorfismo diferente. Pizarras moteadas con un metamorfismo de grado bajo y corneanas con hornblenda con un metamorfismo de grado bajo-medio (4).

Itinerario geológico: Macizo Peñas de Aia

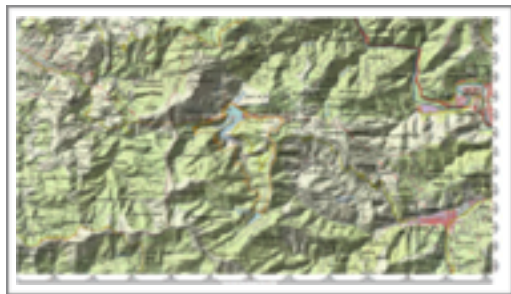


Fig.6. Mapa de relieve del Macizo de Aia. Fuente: <http://sl.wklcdn.com/>

image_34/1039622/6692082/3728707.jpg

Parada 1: Túnel de Aritxulegi.

Facies híbridas del granito de Aia (14).

Para acceder al afloramiento tomaremos la carretera NA 4000 / GI 3420 que une Lesaka con Oiartzun hasta llegar al alto donde se encuentra el túnel de Aritxulegi. Justo después del túnel existe una pequeña explanada donde dejaremos el autobús. Los afloramientos se encuentran encima de este túnel y en los alrededores, a ambos lados de la muga entre Guipúzcoa y Navarra.

Las facies interna de mezcla magmática, mas variada en litología aflora a lo largo de la pista que pasa por encima del túnel.

Parada 2 : Pista de Arditurri.

Rocas metamórficas en contacto del granito de Aia. Pizarras moteadas (13).

Para acceder al siguiente afloramiento seguiremos por la carretera GI 3420 y tomaremos una pista que lleva Arditurri.

A lo largo de la pista afloran rocas con un metamorfismo de contacto menor, con desarrollo de pequeños nódulos irregulares oscuros que le confieren a la roca el característico aspecto de pizarras moteadas.

Parada 3: Embalse de Endara.

Falla de Aritxulegi.

Para llegar hasta allí retrocederemos por donde hemos venido con el autobús hasta llegar al embalse de Endara, Navarra.

En los alrededores al embalse se pueden observar afloramientos donde es visible la falla de Aritxulegi.

Parada 4: Embalse de Artikutza.

Rocas metamórficas en contacto del granito de Aia. Corneanas con andalucitas (13).

Nos acercaremos al embalse de Artikutza, Navarra, tomando una pista que sale desde la NA 4000 hasta llegar a la presa.

En esta área es donde mejor se puede observar el efecto del metamorfismo de contacto, con desarrollo de andalucitas centimétricas. La asociación mineral que muestran estas rocas son las de mayor grado y pertenecen a la facies de las corneanas con hornblenda.

Elaboración cuaderno de prácticas:

- En cada uno de las estaciones que se realicen se deberá incluir: localización del punto de observación (coordenadas UTM), tipo de afloramiento (talud de la carretera, afloramiento aislado, etc), observaciones geológicas tales como litología y su alteración, aspectos mineralógicos y texturales, medidas estructurales, croquis, esquemas, fotos, muestras tomadas, etc.
- Datos a observar: topografía (perfil topográfico, geomorfología), petrología (rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas), geología estructural (deformaciones y fracturación), paleontología, etc.

Práctica 2: Visu de Rocas.

1. Identifica y clasifica los diferentes tipos de muestras de mano recogidas en la salida de campo a Peñas de Aia procedentes del plutón y de las rocas encajantes: leucogranito, granodioritas, gabros, pizarras moteadas y corneanas. Para ello puedes ayudarte de una pequeña guía (Anexo II).
2. Discutir en grupos las posibles condiciones de formación y los procesos que las originaron.

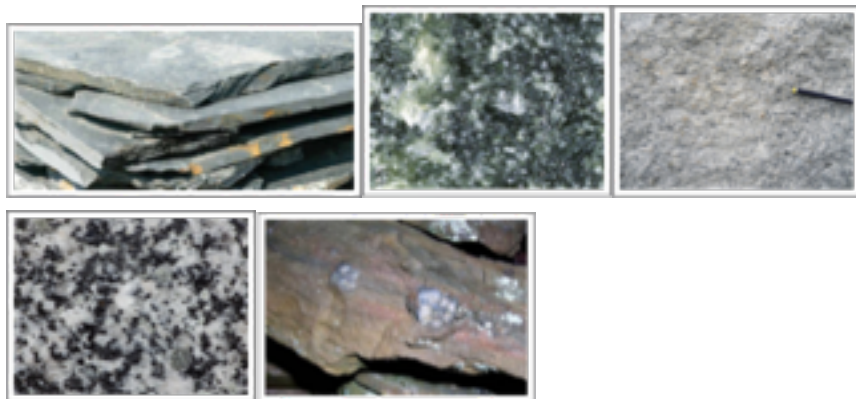


Fig. 7. Pizarras, granodiorita, leucogranito, granito y corneanas. Fuente: <http://edafologia.ugr.es/rocas/index.htm>

3. Mirar en el siguiente link los diferentes tipos de rocas que conforman las principales unidades del macizo. <http://edafologia.ugr.es/rocas/index.htm>

Práctica 3: Mapa geológico.

1. Busca en IGME la hoja del mapa geológico de la zona y memoria del mismo.
2. Identifica las principales **unidades geológicas** de la zona con una breve descripción de las rocas y composición mineral de éstas. (Anexo II)

num.Unidad geológica	Litología

Tabla 1. Autora: Sara Gallués Ibilcieta

3. Determinar la **composición mineral** de las diferentes **rocas** que se encuentran en la **zona**.

ROCA	Clasificación General de la roca	Minerales constituyentes

Tabla 2. Autora: Sara Gallués Ibilcieta

Actividades Bloque 2. Minerales, componentes de las rocas.

En el desarrollo de las prácticas de este bloque los alumnos identificarán los minerales que forman las rocas plutónicas de Aia, y en que grupos se clasifican atendiendo a su estructura y composición química. Con la segunda práctica, usando la herramienta de las Series de Bowen los alumnos entenderán la evolución y precipitación de los minerales en función de la composición, temperatura y presión y como la estructura cristalina varia. Además de identificar a que temperatura y presión han precipitados los minerales que constituyen las rocas ígneas del plutón de Aia, y la composición de estas rocas.

Objetivos de este bloque:

- Identificar las diferentes características que determinan a los minerales.
- Reconocer los grupos de minerales más importantes según su clasificación químico-estructural.
- Analizar las situaciones en las que se originan los minerales según sus condiciones físico químicas.

Práctica 4: Clasificación según la composición química de los minerales.

Principales grupos minerales atendiendo a su estructura y composición química.

Clasificación		
Clase 1	Elementos nativos	Oro, Diamante
Clase 2	Sulfuros	Pirita
Clase 3	Sulfosales	Pirargirita
Clase 4	Óxidos e Hidróxidos	Corindón. Ilmenita, Bauxita
Clase 5	Haluros	Sal común
Clase 6	Carbonatos	Calcita
Clase 7	Nitratos	Salitre (nitrato potásico)
Clase 8	Boratos	Borax
Clase 9	Sulfatos y Cromato	Yeso
Clase 10	Tungtatos y Molibdatos	Wolframita
Clase 11	Fosfatos, Arseniatos y Vanadatos	Apatito, Turquesa (fosfato de Cu y Al)
Clase 12	Silicatos	Olivino, Mica, Feldespato, Cuarzo
Clase 13	Compuestos Orgánicos	Hulla, Lignito

Fig.8. Clasificación minerales en función de la estructura y la composición. Fuente: <http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap02c.htm>

1. Elige varios minerales característicos de las rocas descritas en el plutón (leucogranito, granodiorita y granito con biotita) y describe sus propiedades. E identifica a que grupo pertenecen los minerales elegidos atendiendo a la clasificación según su estructura y composición química.

	Clasificación general	
	Composición química	
	Color	
	Brillo	
Mineral *	Dureza	
	Huella	
	Hábito frecuente	
	Densidad	
	Sistema cristalino	

Tabla 3. Autora: Sara Gallués Ibilcieta.

Los silicatos son el grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen más del 95% de la corteza terrestre, además del grupo de más importancia geológica por ser petrogénicos, es decir, los minerales que forman las rocas. Todos los silicatos están compuestos por silicio y oxígeno (20).



Fig. 9. Clasificación Silicatos. Fuente: http://1.bp.blogspot.com/_ob3PrDqfrJs/TMOBHNYSAjI/AAAAAAAAABg/UvC8id6SjtQ/s1600/Imagen1.png

2. Según la clasificación estructural de los “SILICATOS”: identificar a que subgrupo pertenecen los minerales anteriormente descritos.

ESTRUCTURAS DE SILICATOS					
Tipos estructural	Representación	Nº O compen- sadas por Si	Unidad Si-O de repetición	Si:O	Ejemplo
Neosilicatos		0	$(\text{SiO}_4)^{4-}$	1:4	Olivino
Sorosilicatos		1	$(\text{Si}_2\text{O}_7)^{6-}$	1:5.5	Hornblenda
Ciclosilicatos		2	$(\text{Si}_3\text{O}_9)^{6-}$	1:3	Turmalina
Cadena simple		2	$(\text{SiO}_3)^{2-}$	1:3	Picromerita
Cadena doble		2.5	$(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-}$	1:3.75	Antifonita
		3	$(\text{Si}_6\text{O}_{18})^{12-}$	1:6	Micas
Tectosilicatos		4	$(\text{SiO}_2)^{0}$	1:2	Cuarzo

Fig. 10. Tipos de estructuras de los silicatos. Fuente: http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/677/mod_resource/content/1/IC_C11812_A/cristalografia/7/imagenestema7/silicatos.jpg

Práctica 5 : “Series de Bowen”.

Las series de reacción de Bowen son dos secuencias que describen el orden de cristalización de los minerales del grupo de los silicatos durante el enfriamiento de un magma en el interior de la Tierra (15). Dichas secuencias son identificables en muchos casos por las relaciones texturales que se establecen entre los minerales.

Las series de Bowen y la formación de las rocas Ígneas.

Las rocas ígneas se forman a través de la solidificación del magma. Éste comienza a cristalizarse a una determinada temperatura y lo sigue haciendo a través de un rango amplio de temperatura en función de su composición. Cada cristal comienza a cristalizarse a una determinada temperatura de acuerdo con su punto de fusión (15).

1. Localizar los minerales identificados, en la actividad anterior, en las rocas de origen ígneo del plutón de Aia en las series de Bowen.
2. Determinar a que temperaturas y presiones cristalizan esos minerales.

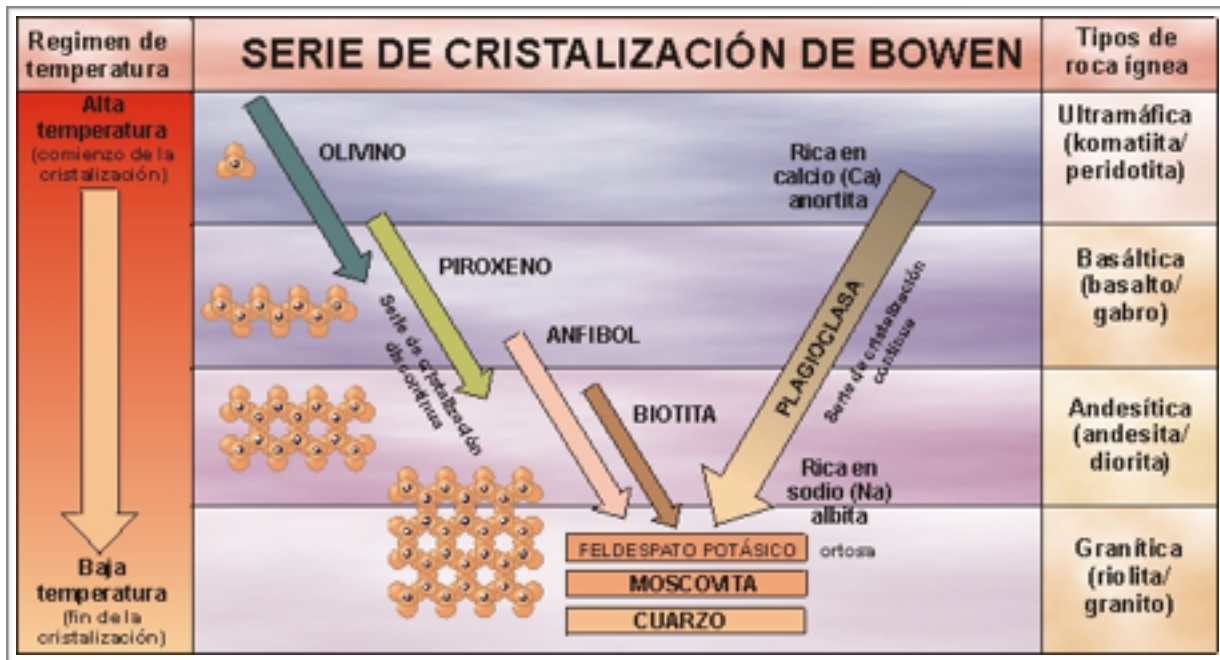


Fig. 11. Series de cristalización de Bowen. Fuente: http://med.se-todo.com/pars_docs/refs/11/10988/10988_html_m1bca2f16.jpg

Las series de Bowen nos muestran que los primeros minerales en cristalizarse, lo hacen a temperaturas altas, tienen una composición básica y una estructura cristalina determinada. El primer mineral en cristalizarse de un magma basáltico es el “olivino” (Nesosilicatos), luego le siguen los piroxenos (Inosilicatos), anfíboles (Inosilicatos hidratados), biotita (Filosilicatos) hasta llegar al cuarzo y las plagioclasas (Tectosilicatos) procedentes de un magma de composición ácida. Según baja la temperatura y se siguen formando minerales, se va alterando la química del magma y la estructura cristalina de éstos. Los primeros minerales en cristalizarse son ricos en hierro, magnesio y calcio, dejando un magma rico en sodio, potasio y sílice.

3. ¿Cómo cristalizan los minerales? ¿Y los minerales que primero cristalizan son estructuralmente más complejos o más simples? ¿Qué tipo de rocas forman esos minerales?

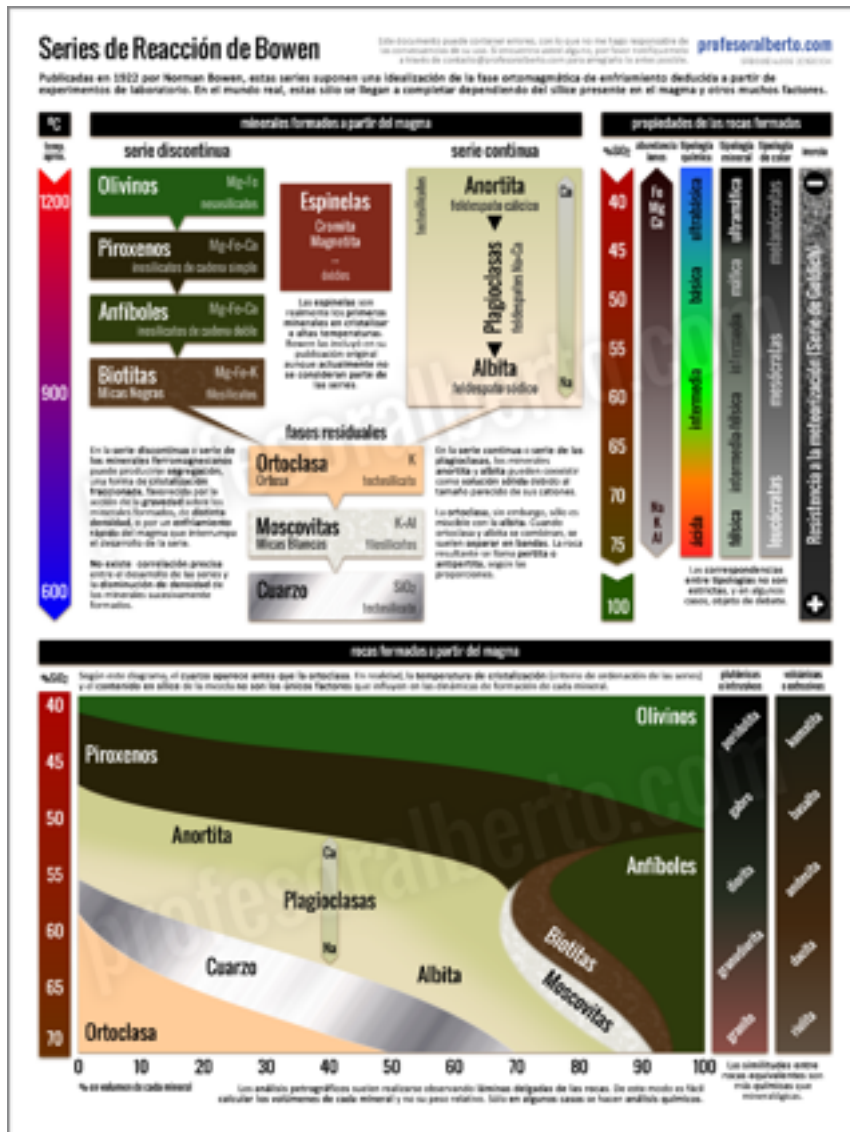


Fig.13. Series de Bowen y propiedades de las rocas formadas. Fuente: <http://profesoralberto.com/diagramas/geologia/series-bowen.png>

Actividades Bloque 3. Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Con las primeras prácticas de este bloque relacionadas con las rocas ígneas los alumnos identificarán los tipos de magma que configuran las rocas del plutón de Aia, de dónde proceden y cómo han evolucionado, y en qué ámbito tectónico tuvo lugar la formación de esa masa magmática. Viendo así la relación entre tectónica y magmatismo.

Objetivos específicos:

- Reconocer y comprender los procesos de generación magnética, y evolución y emplazamiento de los magmas.

En las prácticas que están relacionadas con las rocas metamórficas los alumnos, ayudándose de la herramienta del diagrama de facies metamórficas, reconocerán a que facies

metamórfica corresponden las rocas metamórficas del encajante del plutón a partir de los minerales que forman las rocas. Para luego detectar la presión, temperatura y profundidad a la que se desarrollan esas facies, y relacionarlas con un determinado tipo de metamorfismo.

Objetivos específicos:

- Reconocer los distintos tipos de metamorfismo existentes asociándolos a diferentes condiciones de presión y temperatura.
- Identificar algunos minerales y rocas características de los diferentes tipos de metamorfismo.
- Identificar el protolito de las diferentes rocas metamórficas.

Y finalmente, en la práctica relacionada con las rocas sedimentarias. Los alumnos identificarán como protolito de las rocas metamórficas de la aureola de contacto como rocas sedimentarias. Estudiando el tipo de rocas sedimentarias que eran en su origen y en que ambiente se formaron.

Objetivos:

- Describir el proceso de formación de rocas sedimentarias.

Práctica 6: Audiovisual “La formación de las rocas ígneas”

Dentro del bloque 3, usaremos este recurso audiovisual (documental “Dentro del planeta Tierra” de Discovery Channel) como herramienta complementaria en el aprendizaje de los alumnos de la formación de las rocas ígneas. El audiovisual consta de una breve introducción sobre la importancia de las rocas en nuestra sociedad y enlaza con la explicación de los conceptos básicos y necesarios para entender el origen y la formación de las rocas ígneas. A lo largo de exposición del video se van haciendo una serie de preguntas que los alumnos tendrán que responder posteriormente.

Las cuestiones son las siguientes (16):

¿Qué son las rocas ígneas? ¿Qué es, cómo y por qué se forma el magma?

-¿Dónde crees que se generarán masas magmáticas?

-¿Por qué ascienden los magmas? ¿éstos magmas son estables?

-¿Donde se enfría el magma? ¿Y qué implicaciones tiene en la formación de las distintas rocas ígneas?

Práctica 7 : Tipos de magmas y contexto tectónico.

1. Observa las rocas de la zona interna del plutón de Aia y la zona de borde del mismo. ¿Hay alguna diferencia? ¿Cuál es la composición magmática de la que proceden?, ¿Es la misma? ¿Qué implica la composición de los magmas ?

TIPOS DE MAGMA SEGÚN SU CONTENIDO EN SILICE

CONTENIDO EN SÍLICE	TIPOS	ZONAS DE FORMACIÓN
> 65 %	Ácidos = graníticos	Zonas de subducción (fusión materiales de la corteza continental inferior).
52 -60 %	Andesíticos = intermedio = calcoalcalinos	Zonas de subducción (fusión del basalto de la corteza oceánica que subduce.
45 -52 %	-Toléticos = básicos = máficos - Alcalinos - más ricos que los toleíticos en Al y elementos incompatibles, como los metales alcalinos.	-Dorsales oceánicas, Puntos calientes. -Rift continental, Puntos calientes.
< 45 %	Ultramáficos = ultrabásicos	

Fig 13. Tipos de magma y contexto tectónico. Fuente:<http://post.geoxnet.com/blog/rocas-magmaticas-clasificacion-de-los-magmas/>

Práctica 8: Evolución magmática.

1. Conociendo los diferentes procesos que pueden sufrir los magmas. ¿Cómo explicarías la evolución magmática que dio origen al plutón?

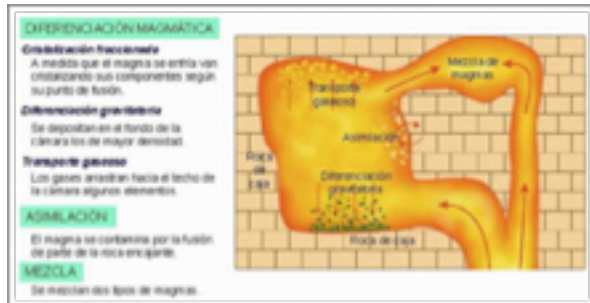


Fig. 14. Evolución magmática. Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/magmatismoytectnicadeplacas2008-9-100724081227-phpapp02/95/magmatismo-y-technica-de-placas-2008-9-9-728.jpg?cb>

Práctica 9: Discusión.

Discutir en grupos las siguientes cuestiones: ¿en que contexto se formó el plutón de Aia según su composición, temperatura y presión? ¿A qué profundidad se formó ese magma? ¿cómo evolucionó ese magma? ¿Y el contexto tectónico? Determinar si es una zona de subducción, una dorsal oceánica, rift, hot spot, etc. Con los datos obtenidos en las anteriores actividades, discutir las posibles hipótesis de formación del plutón granítico de Aia.

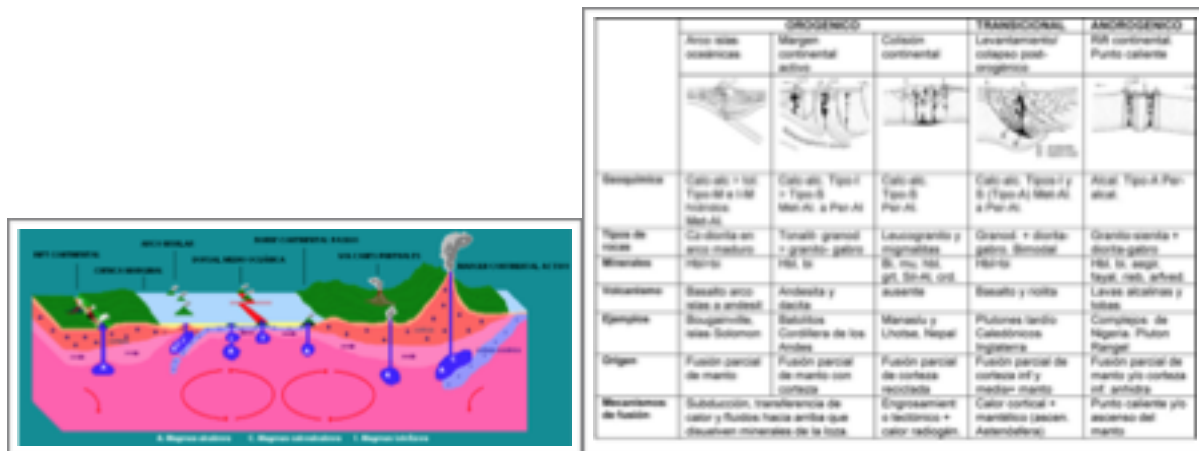


Fig.15. Relación magmatismo y marco tectónico. Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-lnJtomiJgqw/U47ozP60DFI/AAAAAAAAAFG0/Pkb6mONyTQ/s1600/Magma1.bmp>

Práctica 10: Metamorfismo, tipos y facies metamórficas.

1. Las rocas que forman el encajante del plutón granítico de Aia son rocas que las hemos clasificado como metamórficas. Concretamente, en el lado guipuzcoano encontramos pizarras moteadas y en el lado navarro corneanas metamórficas. Determina que tipo de metamorfismo han sufrido estas rocas debido a la intrusión magmática.

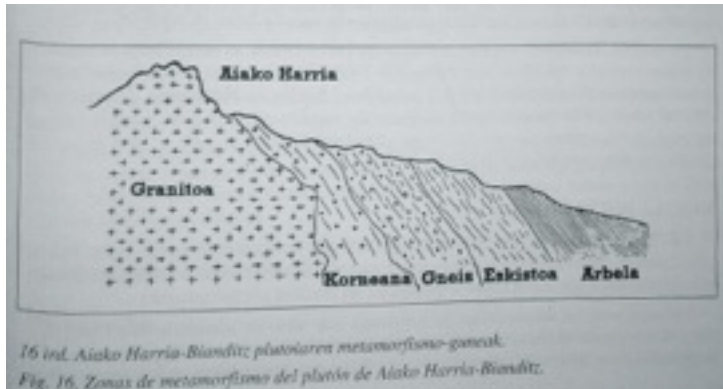


Fig.16. Zonas de metamorfismo del Plutón Aia.

Fuente: Torres Saenz, Jose Angel. Viera Ausejo, Luis Ignacio. (1998). *Geología del Valle de Oiartzun*.

2. Según la definición de facies metamórfica *“Una facies metamórfica es un conjunto de asociaciones minerales repetidamente asociadas en el tiempo y el espacio y que muestran una relación regular entre composición mineral y composición química global, de forma que diferentes facies metamórficas (conjunto de asociaciones minerales) se relacionan con las condiciones metamórficas, en particular temperatura y presión, aunque otras variables, como PH₂O pueden ser también importantes”*. (24)

1. Determina a que facies metamorfica corresponden estas rocas.

2. Describe las características (P, T^a, profundidad, etc) de este tipo de facies.

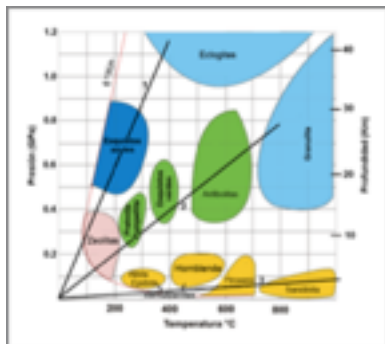


Fig.17. Facies metamórficas. Fuente: [http://2.bp.blogspot.com/-lhPnrZ2qtic/UqItPQYIW-I/](http://2.bp.blogspot.com/-lhPnrZ2qtic/UqItPQYIW-I/AAAAAAAAABlg/Kv-MBp1xVOc/s1600/facies+metamorficas.png)

AAAAAAAAABlg/Kv-MBp1xVOc/s1600/facies+metamorficas.png

Práctica 11: Rocas metamórficas. Rocas de origen (PROTOLITOS).

Protolito: Se denomina protolito a una roca que es un precursor de una roca metamórfica, es decir, que representa su estado antes de sufrir los efectos del metamorfismo.

1.Determina el protolito de la roca encajante del Plutón de Aia. ¿Qué tipo de rocas eran?

R.Metamórfica	Protolito	Mineral principal
Anfibolita	R.Intrusivas básicas	Anfíboles
Antracita	Carbón	Carbono
Corneana	Caliza, Arenisca, Pizarra	
Cuarcita	Arenisca	Cuarzo
Eclogita	Basalto/Gabro	Granate, Piroxenos

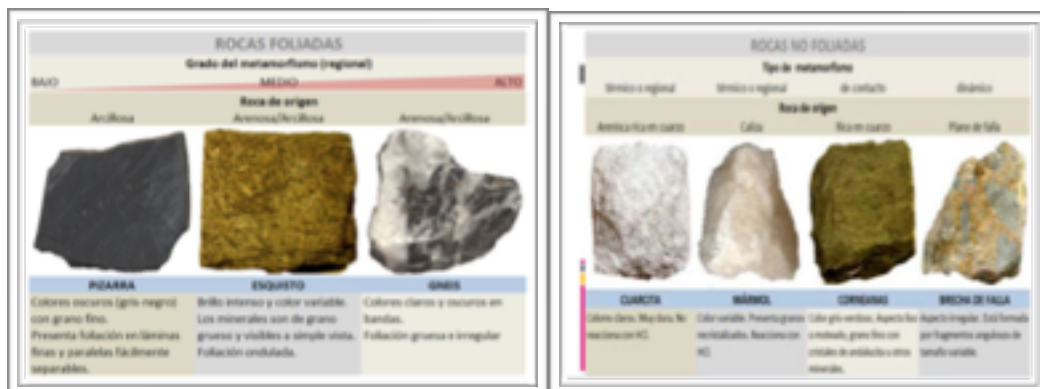


Fig.18 Rocas metamórficas, Protolito. Fuente:http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/985/html/Rocas_foliadas.jpg

2.Compara las rocas metamórficas del Macizo de Peñas con unas rocas que se asemejen al protolito que dio lugar a las actuales rocas metamórficas. ¿Que conclusiones puedes sacar de la observación de esas rocas?

* En la impartición de los bloque 2 y 3, los contenidos se completaran con una serie recursos audiovisuales que abordan las rocas ígneas, metamórficas. Chapters 6, 7, 10 y 11. (<http://study.com/academy/course/earth-science.html>)

Actividades Bloque 4.-La tectónica de placas, una teoría global.

A partir de la pregunta **¿Cómo explicas que ahora el plutón granítico aflore en superficie?**, los alumnos buscarán la respuesta en la tectónica de placas. Descubrirán de ese modo como funciona la tectónica, y las principales estructuras que origina. Para descubrir que ha pasado harán un recorrido tectónico por las diferentes eventos tectónicos más importantes en los que se ha visto implicada el área del macizo de Peñas de Aia, como son las dos orogenias que ha sufrido y la apertura del océano Atlántico.

Objetivos:

- Conocer como es el mapa actual tectónico y cómo ha evolucionado desde la formación del plutón hasta la actualidad.
- Reconocer las principales estructuras geológicas relacionadas con la tectónica de placas.
- Comprender los procesos orogénicos y reconocer sus principales características.

El plutón granítico de Aia, es una roca ígnea intrusiva. Y este tipo de rocas se forman a partir de un enfriamiento lento a gran profundidad, por debajo de la superficie terrestre, de una masa magmática. En la actualidad este plutón aflora en superficie.

¿Qué ha pasado? TEORIA TECTÓNICA DE PLACAS

Práctica 12: Formación Plutón de Aia.

“ En la época en que se formó el plutón de Aia, el área que del Macizo de Peñas de Aia estaba incluida en la microplaca Armórica, que se había separado de Gondwana, y avanzaba hacia el supercontinente Laurasia”(4).

1. Estudia que gran evento dio lugar a la producción de grandes masas magmáticas como la del plutón granítico de Aia. ¿ en que contexto lo enmarcarías según los datos que has averiguado hasta ahora en las actividades anteriores?
2. Describe los tipos de límites de placa que interactúan en este evento y la estructura geológica resultante.
3. Menciona un ejemplo similar en la actualidad.

Práctica 13: Fragmentación Pangea.

- 1.Después de fragmentación de Pangea, ¿en qué microplaca se localizaba “Peñas de Aia”?
- 2.Explica los eventos más importantes que sufrió esa placa.
3. Hasta la fragmentación de Pangea, el plutón de Aia seguía sin aflorar, ¿ en que contexto tectónico crees que empezó a emerger?



Fig.19. Mapa del supercontinente Pangea. Fuente: http://www.gambassa.com/gambassafiles/images/images/2081/pangaea_v1.jpg

Práctica 14: Deriva continental.

- 1.Realiza el recorrido tectónico de Peñas de Aia a través de mapas de tectónica de placas desde su formación hasta la actualidad donde se reflejen los grandes eventos tectónicos (orogenias, apertura de cuencas oceánicas, etc), ubicando en todo momento Peñas de Aia.

Práctica 15: Tectónica local de Aia.

1. Estudia la tectónica local ‘área Macizo Peñas de Aia’. Ayúdate de cortes y mapas. Reconoce las principales estructuras geológicas que afectan al plutón y a la roca encajante.

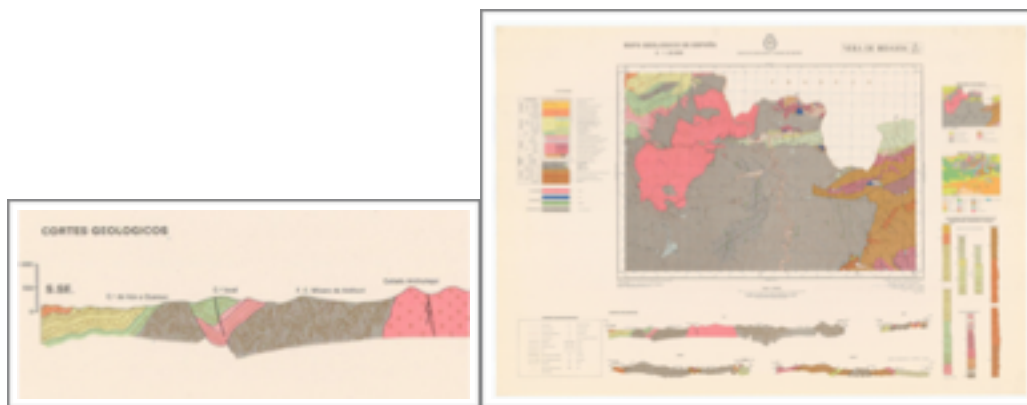


Fig.20. Corte y mapa geológico del área de Peñas de Aia. Fuente: Instituto Geológico Minero de España (IGME). Mapa geológico de España y Memoria. Hoja 65, Vera de Bidasoa, 29-40.

Actividades Bloque 6. Tiempo geológico y geología histórica.

En este bloque los alumnos conocerán la edad absoluta de plutón de Aia, y a partir de ahí podrán hacer una reconstrucción de la geología histórica que ha tenido el área de Peñas de Aia en los últimos 400 Ma.

Objetivos:

- Comprender el concepto de tiempo geológico y entender la naturaleza del registro estratigráfico durante los diferentes periodos geológicos.
- Conocer los métodos de datación absoluta e identificar los más idóneos para los diferentes tipos de rocas.
- Reconocer y usar los métodos de datación relativa para la interpretación y reconstrucción de cortes geológicos.
- Identificar los principales eventos geológicos de la historia de la Tierra .

Práctica 16: Datación “Tiempo Geológico”.

1. Conociendo los diferentes métodos de datación, ¿ cuál de ellos utilizarías para calcular la edad del plutón de Aia? ¿ en qué consiste?
2. ¿ Podrías usar más de un método?
3. Si es así, ¿ cual sería el más exacto?



Fig.21. Métodos de datación. Fuente: http://images.slideplayer.es/12/3850650/slides/slide_9.jpg

Práctica 17: Los fósiles del Macizo de Peñas de Aia, “clave del pasado”.

"Presencia de fauna paleozoica en el área periférica del plutón de Aia". La intrusión granítica provocó en su ascenso hacia la superficie, y a medida que atravesaba las rocas situadas sobre él, una serie de cambios químicos y estructurales en estas, transformando las rocas sedimentarias en otras diferentes; las metamórficas. Si las primeras se caracterizan por su contenido en fósiles, las segundas carecen totalmente de ellos, al perderlos por transformación y recristalización.

Todas las rocas que se encuentran en las inmediaciones del granito, aparecen metamorizadas y su contenido en fósiles es nulo, como lo han venido mostrando numerosísimos estudios geológicos y mineros en la zona. Aunque en la vertiente del valle de Oiartzun y en las inmediaciones del stock granítico de Aiako Harria-Bianditz encontramos, entre la serie esquistosa, algunos estratos asociados a tramos calizos conteniendo fauna determinable de edad Emsiense (Devónico inferior) que señalan edades de unos 388 Ma. Entonces, ¿Cómo se han salvado estas auténticas reliquias del pasado?



Fig.22. Fósiles. Fuente: <http://www.euskonews.com/0036zbnk/gaia3602es.html>

Braquiópodos spiriferidos

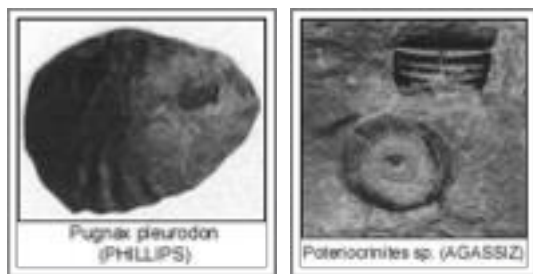


Fig.23 y 24. Fósiles. Fuente: <http://www.euskonews.com/0036zbnk/gaia3602es.html>

Braquiópodos rhinconellidos / Crinoideos

1. Estudia los siguientes fósiles. ¿Son fósiles guía? ¿Que conclusiones puedes sacar de las rocas que los contienen? ¿Qué puedes explicar del medio ambiente de ese tiempo geológico? Ayúdate de la información obtenida del protolito.

Práctica 18: Escala tiempo geológico.

El tiempo geológico del planeta se divide y distribuye en intervalos de tiempo caracterizados por acontecimientos importantes de la historia de la Tierra y de la vida. Como la edad de la Tierra es de aproximadamente 4600 millones de años, cuando se habla de tiempo geológico suele expresarse casi siempre en millones de años y siempre referidos a «antes del presente».

1. Ubica en la tabla cronológica los eventos más importantes que ha sufrido el plutón desde su formación hasta la actualidad, determinando los eones, las eras, los sistemas y si es posible las series.

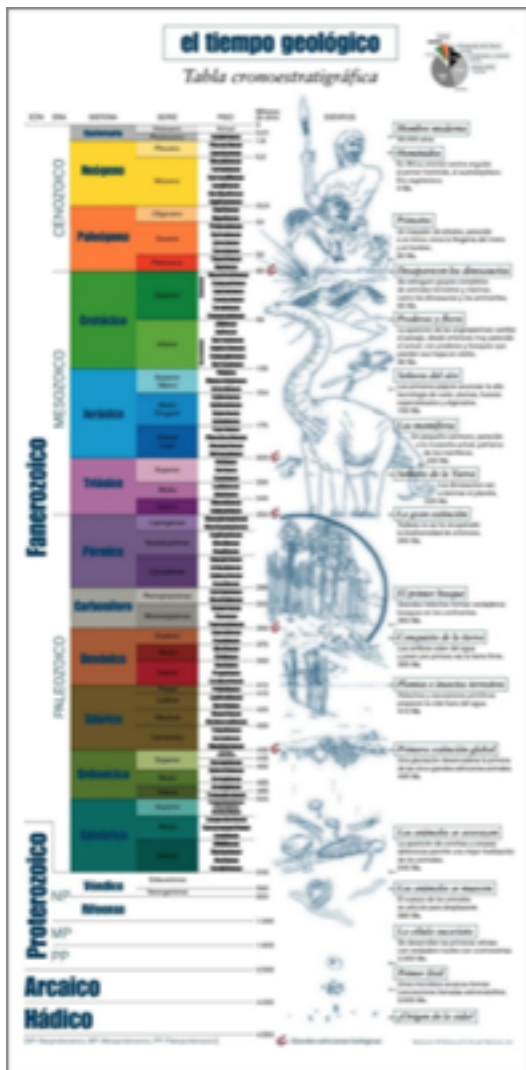


Fig.25. Escala tiempo geológico. Fuente:<https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/dimension=210x1024:format=jpg/path/s89b8c9ed26d9354a/image/i85da7aeb69929454/version/1293008591/image.jpg>

Práctica 19: Reconstrucción de un corte geológico de Peñas de Aia.

Previamente a este corte los alumnos habrán realizado en el aula diferentes reconstrucciones de cortes geológicos sencillos utilizando los métodos de datación relativa como son los principios de estratigrafía. (Anexo III).

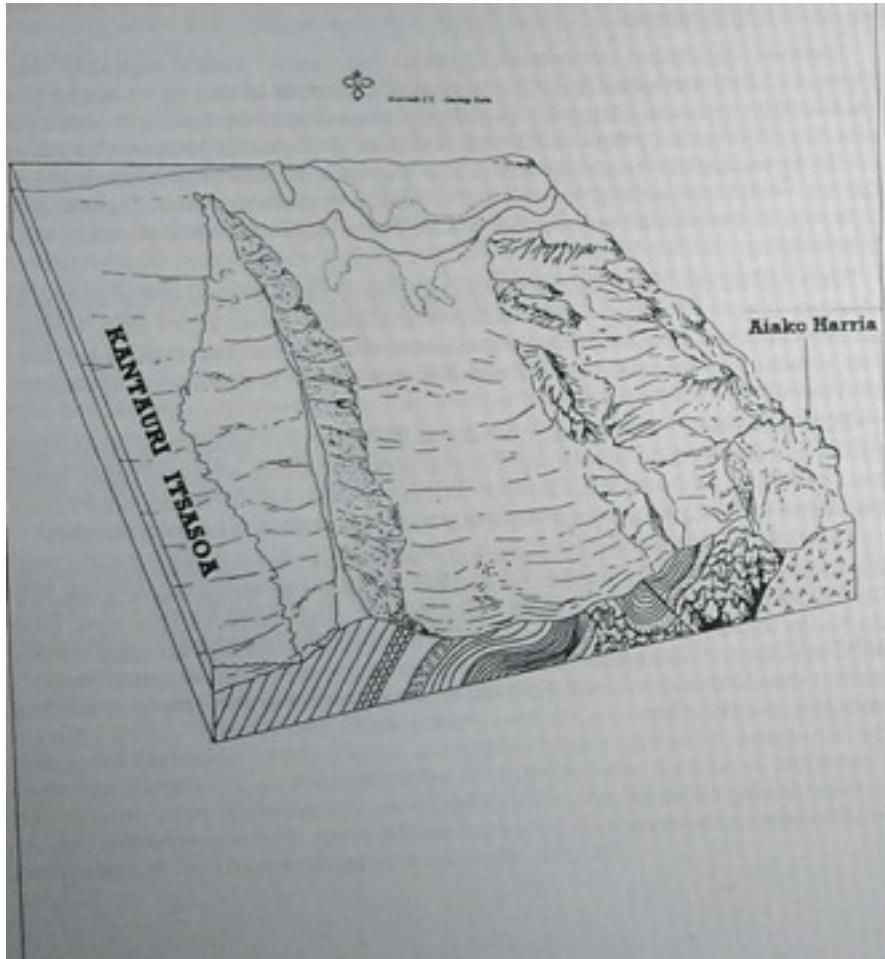


Fig.26. Corte geológico “Areas de Peñas de Aia”. Fuente: Torres Saenz, Jose Angel. Viera Ausejo, Luis Ignacio. (1998). *Geología del Valle de Oiartzun*.

Práctica 20: Historia Geológica “Peñas de Aia”

1. Ordena y reconstruye la historia geológica del área que incluye el macizo de Peñas de Aia, mencionando aspectos tectónicos, petrológicos, paleogeográficos, paleoclimatológicos, etc.

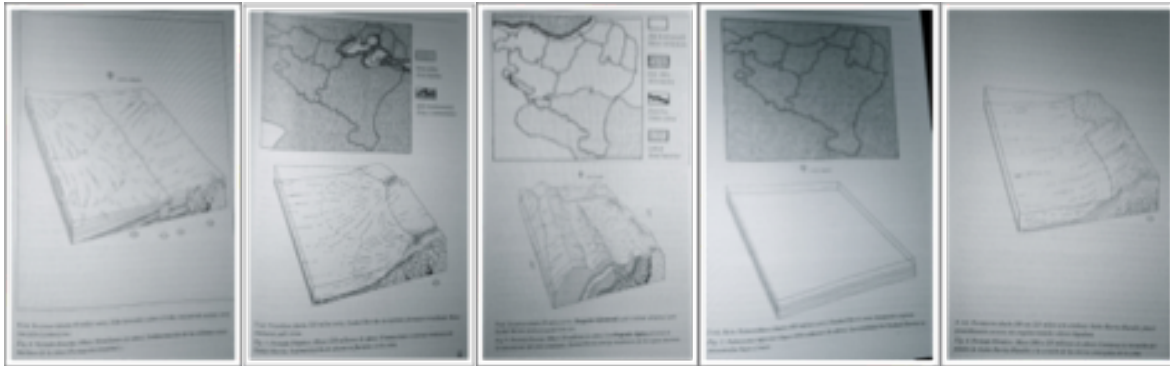


Fig.27. Cortes geológicos. Fuente: Torres Saenz, Jose Angel. Viera Ausejo, Luis Ignacio. (1998). *Geología del Valle de Oiartzun*.

2. Rellena el siguiente cuadro y determina todos los aspectos del macizo de Peñas de Aia desde su formación hasta la actualidad, con todos los datos que habéis recopilados a lo largo de la secuencia de actividades.

Ma	Eras	Periodos	Rocas predominantes	Eventos Geológicos Importantes	Ambiente sedimentario	Contexto tectónico

Tabla. Historia geológica. Autora: Sara Gallués Ibilcieta.

Práctica 21: Visita Museo Luberri.²

La visita al museo ofrece la oportunidad de realizar actividades didácticas que tratan la evolución geológica de la zona a través de fósiles de animales y plantas a lo largo de 400 Ma (6).

Son fichas didácticas que constituyen un material pedagógico dirigidas al mundo educativo (ESO y Bachillerato) con el fin de acercarnos al mundo de la geología. Estas fichas constan de un cuestionario y ejercicios prácticos dirigidas a afianzar la comprensión de los contenidos temáticos de museo. En nuestro caso, los alumnos afianzaran y corroboraran los conocimientos que han ido adquiriendo a lo largo del desarrollo de la propuesta.

Recursos didácticos:

-Guía geológica (Anexo IV) de la zona de los últimos 380 Ma, donde se destacan los principales eventos que han contribuido a la formación del paisaje actual.

-Mapa geológico tridimensional, da a conocer el importante patrimonio geológico, paleontológicos y la geodiversidad de la zona. El mapa viene acompañado de una memoria sobre algunos de los episodios geológicos más relevantes, como el proceso de formación del batolito granítico de Aiako Harria (es el objeto de estudio de nuestra propuesta) que constituye el núcleo central del Parque Natural del mismo nombre o las consecuencias de las dos orogenias que afectaron a la comarca a lo largo de su Historia geológica (6).

Actividades Bloque 8. Recursos Minerales y energéticos.

La actividad propuesta para este bloque es una salida al Parque natural de Aia donde se visitaran las Minas de Arditurri.

Objetivos:

- Identificar distintas manifestaciones de la Geología en el entorno diario, conociendo algunos de los usos y aplicaciones de esta ciencia en la economía política, desarrollo sostenible y en la protección del medio ambiente.
- Visitar una explotación minera concreta y emitir una opinión crítica fundamentada en los datos obtenidos en las observaciones realizadas.
- Conocer y comprender la formación de filones mineralizados.

² Museo Luberri. Fuente: luberri.org

Práctica 22: Visita Minas de Arditurri.³

1. Formación geológica
2. Historia y sistema de la explotación minera
3. Las galerías
4. La mina al aire libre.

Sala de interpretación: interpretación de la explotación minera de Arditurri, desde la época romana hasta su cierre en 1984.

1. Los inicios de la actividad minera: la explotación en tiempos de la romanización
2. Las minas de Arditurri: visita virtual a una galería minera
3. La historia a través de los minerales extraídos: relación de minerales extraídos en diferentes épocas y su aplicación práctica

Práctica final 23: Exposición de proyectos.

Actividad final que tiene el propósito de sintetizar todo lo analizado en las anteriores prácticas. En ella, los alumnos harán por grupos, de cuatro personas cada uno, una exposición del macizo paleozoico de Peñas de Aia, que incluya todos los aspectos trabajados en clase. Cada exposición tendrá una duración de 20 minutos, en la cual todos los integrantes del grupos tienen que hablar. Al finalizar cada presentación habrá una ronda de preguntas.

³ Minas de Arditurri. Fuente: <http://www.arditurri.com/castellano.asp>

4.7. ORGANIZACIÓN TEMPORAL

La asignatura de Geología de 2 bachillerato 4 horas semanales. Para el desarrollo de la propuesta se ha calcula la duración de dos trimestres, el primero y el segundo. En el tercer trimestre se estudiarán los bloques 5 y 7, "agentes externos" y "riesgos geológicos" respectivamente, que están estipulados en el currículo de la asignatura. Además en este tercer trimestre se impartirá una parte del bloque 1 “la evolución geológica de la Tierra en el marco del sistema solar”. En el siguiente cuadro solamente están reflejadas las actividades que se desarrollan en el marco de Aia, pero a lo largo de la propuesta también se realizan otras prácticas de cortes geológicos, interpretación de mapas geológicos, fotografía aérea, fallas y pliegues, perfiles topográficas, recursos audiovisuales, lectura de textos, etc.

Programación temporal						
Trimestre	Meses	Semanas	Bloques	Sesiones	Prácticas	Sesiones
Primero	Septiembre	1	1. EL PLANETA TIERRA Y SU ESTUDIO		Guía: Métodos, materiales	
		2	10. GEOLOGÍA DE CAMPO	12	Salida campo, Visu “Rocas”	8
		3			MAGNA	
	Octubre	4	2. MINERALES, COMPONENTES DE LAS ROCAS		Minerales:propiedades	
		5			Clasificación minerales	
		6		16	Silicatos	4
		7			Series de Bowen	
	Noviembre	8	3.R.ÍGNEAS,SEDIMENTARIAS, METAMÓRFICAS		Proyección audiovisual	
		9			Evolución magmática	
		10		20	Tipos magmas y C.Tectonico	5
	Diciembre	11			Discusión	
		12				

Trimestre	Meses	Semanas	Bloques	Sesiones	Prácticas	Sesiones
Segundo	Enero	13	4.TECTÓNICA PLACAS		Formación Plutón de Aia	
		14			Téctonica local Aia	
		15		16	Fragmentación Pangea	8
		16			Deriva continental	
	Febrero	17	6.TIEMPO GEOLÓGICO E HISTORIA GEOLÓGICA		Datación absoluta	
		18	9.HISTORIA GEOLOGICA DE ESPAÑA		Fósiles	
		19		20	Escala T.Geológico	10
	Marzo	20			Reconstrucción corte	
		21			Historia geológica	
		22			Visita Arditurri	
		23	8.RECURSOS MINERALES	4	Visita Minas Arditurri	1 día
	Abril	24	EVALUACIÓN	4	Presentaciones	3

4.8. EVALUACIÓN

La forma de evaluar será “evaluación continua”, evaluando el trabajo diario de los alumnos, su participación en las clases, las actividades realizadas a lo largo de la propuesta, y el proyecto final. Las actividades podrán ser recuperables por bloques 1) Etapa de exploración, 2) Formación del plutón, y 3) Evolución del plutón (ver “Esquema actividades”). Otra herramienta es la evaluación entre compañeros y autoevaluación. Con la autoevaluación lo que se pretende es que los alumnos valoren su propia participación, compromiso y responsabilidad en el proyecto, y detecten sus dificultades y deficiencias, poniéndoles remedio, adquiriendo de es forma autonomía, y con la evaluación entre compañeros se pretende que aprendan a hacer un análisis crítico y constructivo de sus compañeros (19). La evaluación guía el aprendizaje de los estudiantes y ayuda a la planificación del profesor. *No se evalúa mediante exámenes porque el propio marco pedagógico y la descripción de la propuesta no lo contemplan. Pero debido al contexto de la propuesta, 2 de Bachillerato y la PAU, se realizarán una pruebas en cada uno de los bloque anteriormente citados, estas consistirán en preguntas abiertas y con alto contenido práctico.

Evaluación	
Participación clases, discusiones	25%
Actividades	30%
Proyecto Final	45%

5. CONCLUSIÓN

Desde mi punto de vista, con esta propuesta se pretende que los alumnos cambien la manera que tienen de entender y comprender la ciencia. Con la simple observación de algo cotidiano para ellos, como puede ser una roca o un paisaje, y en lo que no repararían, se quiere conseguir despertar la curiosidad de la observación, la formulación de hipótesis y la experimentación.

La elección del recurso geológico natural de Peñas de Aia para esta propuesta no es aleatoria, pues a pesar del gran interés geológico que tiene, su larga y dilatada historia geológica hace que se puedan abarcar muchos campos de la geología. Por ello la hace idónea para trabajar gran parte de los contenidos referidos en el currículo de la materia de Geología, en 2º de Bachillerato. No obstante, como uno de los principios de esta propuesta es la utilización de un recurso geológico natural para la enseñanza de Geología se podría elegir cualquier otra área que se adaptase a los conceptos e ideas que se quieran tratar.

La secuencia de actividades que se ha elaborado permite a los alumnos ir adquiriendo nuevos conceptos afianzando otros, de una manera lógica y ordenada, a través de la aplicación de los conocimientos en un contexto real como es el "Macizo de Peñas de Aia". Es decir, a lo largo de la serie de actividades los alumnos van descubriendo datos que les permite hacer una reconstrucción de Peñas desde su formación hasta la actualidad. Además, mejorar su conocimiento científico, y de ese modo que sepan realmente que significa lo que están aprendiendo y mejoren su rendimiento. Y como consecuencia añadida, se espera un incremento por el interés de las ciencias experimentales.

No obstante, la propuesta presentada es una primera aproximación y un primer comienzo, que debe analizarse y optimizarse de manera continuada. Para su evaluación, no sólo habría que considerar los resultados, sino también la opinión de los alumnos. Así, poder tener en cuenta que podría mejorarse, o cambiar, utilizando nuevas herramientas o haciendo mayor hincapié en otros aspectos en un futuro.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. BIBLIOGRAFIA

- Bransford et al, editors, National Research Council. (2003) *How People Learn: brain, mind experience, and school*.
- DECRETO FORAL 25/2015, de 22 de abril, del Gobierno de Navarra, por el que se establece el currículo de las enseñanzas del Bachillerato en la Comunidad Foral de Navarra. (LOMCE)
- DECRETO FORAL 25/2015, de 22 de abril, del Gobierno de Navarra, por el que se establece el currículo de las enseñanzas del Bachillerato en la Comunidad Foral de Navarra. (LOMCE).
- Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, Gobierno Vasco (2012). Lugares de interés geológico. *LIG 1: Restos de vida marina del Paleozoico de Gaztebehekoa-Gaztelugoikoa*.
- Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, Gobierno Vasco (2012). Lugares de interés geológico. *LIG 2: Restos vegetales continentales del Paleozoico de Burkaileku*.
- Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, Gobierno Vasco (2012). Lugares de interés geológico. *LIG 3: Rocas metamórficas en el contaco del granito de Aiako Harria*.
- Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, Gobierno Vasco (2012). Lugares de interés geológico. *LIG 4: Facies híbridas del granito de Aia*.
- Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones, Gobierno de Navarra. (1997). Mapa geológico de Navarra y Memoria. 142 páginas.
- Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones, Gobierno de Navarra. (2010). La diversidad geológica de Navarra. *Plutón granítico de Peñas de Aia*, 211-213.
- Instituto Geológico Minero de España (IGME). Mapa geológico de España y Memoria. *Hoja 65, Vera de Bidasoa*, 29-40.
- IGME y Sociedad Geológica de España. (2004). Geología de España. La Cordillera Pirenaica, La estructura, el metamorfismo Varisco y el plutonismo sin- y tardi-Varisco de los Pirineos, 254-266.
- Martínez Catalán, José Ramón. Álvarez Lobato, Fernando. (1998). Departamento de Geología, Universidad de Salamanca. Apuntes asignatura "Cartografía Geología". 160 páginas.
- Torres Saenz, Jose Angel. Viera Ausejo, Luis Ignacio. (1998). *Geología del Valle de Oiartzun*.
- Sanz, Fran.(2016). *Apuntes " Taller Rocas y Minerales "*.
- Stiegler, James W. (1999). The Teaching Gap: best ideas from the world's teachers for improving education in th classroom. The Free Press: New York, NY 100020.
- Vera Torres, Juan Antonio. (1994). Estratigrafía. *El tiempo en Geología*, 61-84.

- Wells, Gordon. Dialogic Inquiry in Education: Building on the Legacy of Vygotsky. Ontario Institute for Studies in Education. University of Toronto. <http://tortoise.oise.utoronto.ca/>
- Alonso Gavilan, Gaspar. (2014). Departamento de Geología. Universidad de Salamanca. Apuntes de “Geología” del Grado de Biología.

6.2. RECURSOS DE LA RED

<http://www.arditurri.com/castellano.asp>

<http://cienciasintegradas.educarchile.cl/ecbi-la-innovadora-metodologia-basada-en-la-indagacion/>

[http://www.ciudadciencia.es/doc/files/FICHA_CLASIFICACION%20DE%20ROCAS_CC.p df](http://www.ciudadciencia.es/doc/files/FICHA_CLASIFICACION%20DE%20ROCAS_CC.pdf)

<http://edafologia.ugr.es/rocas/index.htm>

<http://www.euskonews.com/0036zbk/gaia3602es.html>

<http://www.hiru.eus/geologia/geologia-de-euskal-herria>

<http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur26/gom26/26gomez.htm>

<http://inquiry.uiuc.edu>

<http://www.luberri.org/es/>

www.medellin.edu.co

<http://www.monografias.com/trabajos15/metodos-ensenanza/metodos-ensenanza.shtml#ixzz4BFSyDTyq>

<http://www.uhu.es/fexp/segeo2012/arc/comunicaciones/54.pdf>

<https://es.wikipedia.org>

6.3. REFERENCIAS

1. Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones, Gobierno de Navarra. (2010). La diversidad geológica de Navarra. *Plutón granítico de Peñas de Aia*, 211-213.
2. <http://www.gipuzkoamendizmendi.net/biotopoak/parkea.php?Nparque=1273058151&id=es>
3. Departamento de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones, Gobierno de Navarra. (1997). Mapa geológico de Navarra y Memoria. 142 páginas.
4. Instituto Geológico Minero de España (IGME). Mapa geológico de España y Memoria. *Hoja 65, Vera de Bidasoa*, 29-40.
5. http://www.aragosaurus.com/secciones/docencia/tema/Geologia%202012c%20G%20Hist_002.pdf
6. luberri.org
7. Torres Saenz, Jose Angel. Viera Ausejo, Luis Ignacio. (1998). *Geología del Valle de Oiartzun*.
8. Gallués Ibilcieta, Sara. Apuntes “tectónica global y de España”, Universidad de Salamanca. (2004).
9. Escalante Arauz, Patricia. Coordinadora Proyecto Intel Educar para el Futuro. Fundación Omar Dengo. Colombia.
10. Wells, Gordon (2001). Action, talk & text: Learning & Teaching Through Inquiry. New York, NY: Teachers College Press.
11. Pilar Reyes, Directora Ejecutiva del Programa ECBI, Chile.
12. Corbí H., Giannetti A., Baeza-Carratalá J.F. y Martínez-Martínez J. Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente Universidad de Alicante. *Elaboración de itinerarios geológicos como recurso didáctico en ciencias de la Tierra*.
13. Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, Gobierno Vasco. Lugares de interés geológico. *LIG 3: Rocas metamórficas en el contacto del granito de Aiako Harria*.

14. Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, Gobierno Vasco. Lugares de interés geológico. *LIG 4: Facies híbridas del granito de Aia*.

15. Santos, Hernan. Departamento de Geología. UPR-Mayagüez.

16. Alías López, Gemma. Aulinas Juncà, Meritxel. Ferrater Gómez, Marta. *La formación de las rocas ígneas. Un audiovisual didáctico para su aprendizaje*. <http://www.uhu.es/fexp/segeo2012/arc/comunicaciones/54.pdf>

17. Elder, Linda. Paul, Richard. EL arte de Formular Preguntas Esenciales. <https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-AskingQuestions.pdf>

18. www.euskonews.com/0036zbk/gaia3602es.html

19. Chica Merino E. Una propuesta de evaluación para el trabajo en grupo mediante rúbrica. Escuela Abierta. (2011). 67-81.

20. <https://es.wikipedia.org/wiki/Silicato>

21. Clasificación de las rocas: [http://www.ciudadciencia.es/doc/files/FICHA_CLASIFICACION%20DE%20ROCAS_CC.p df](http://www.ciudadciencia.es/doc/files/FICHA_CLASIFICACION%20DE%20ROCAS_CC.pdf)

22. Metodologías educativas: <https://innovacioneducativa.wordpress.com/2007/10/08/metodologias-educativas/>

23. Técnicas de estudio: cada asignatura su método: <http://www.consumer.es/web/es/educacion/escolar/2011/09/28/203477.php>

24. <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/IUGS/tipos.htm>

ANEXOS

Anexo I. Guía métodos y materiales del trabajo de campo. ⁴

EL TRABAJO DE CAMPO

Material de trabajo.

Para hacer cartografía geológica y, en general para cualquier estudio de campo, un geólogo necesita un equipo mínimo imprescindible compuesto por brújula con clinómetro, martillo, cuaderno de campo, mapas y fotos aéreas, estereoscopio de bolsillo, bolígrafos, lápices, pinturas de colores, rotuladores para enumerar las muestras y bolsas de plástico para guardarlas, cinta métrica, escalas gráficas, máquina de fotos, y GRAN GOMA DE BORRAR.

Aparte de esto, es necesario el material normal que una persona inteligente llevaría para el campo: botas fuertes y cómodas, ropa de abrigo y de agua, gorra o sombrero para el sol, una mochila apropiada y algo tan fundamental que nunca debe olvidarse: la merienda, la navaja, el abrelatas y una buena bolsa de plástico para llevarse la basura y no tirar nada en el campo.



Fig. Equipamiento geólogo. Fuente: http://l.bp.blogspot.com/-1omV0wYk69o/U5LVTtxraTI/AAAAAAAAADOU/HrkQWNz_m60/s1600/01+Caricatura.jpg

1) **Brújula con clinómetro:** la elección de una brújula de geólogo es función del gusto del usuario, pero todas sirven para medir con idéntica precisión la dirección y el buzamiento de las capas. Con independencia del tipo de brújula utilizado, es necesario corregir la declinación magnética, es decir el ángulo existente entre el N geográfico y el N magnético que nos señala la aguja imantada.

⁴ Martínez Catalán, José Ramón. Álvarez Lobato, Fernando. (1998). Departamento de Geología, Universidad de Salamanca. Apuntes asignatura "Cartografía Geología". 160 páginas.

Este ángulo depende de la latitud y longitud y varía ligeramente con el tiempo. Actualmente en España el N magnético se sitúa a unos 5 al Oeste del geográfico por lo que cualquier orientación magnética obtenida por una brújula sin corregir, será 5 mayor que la orientación geográfica real se se mide hacia el E (como es habitual), o 5 menor si se mide hacia el Oeste.

2) **Martillos, mazas y cinceles:** sirven para la extracción de muestras de los afloramientos y su forma, peso y tamaño dependerán de las características del terreno sobre el que estemos trabajando. El martillo más habitual es el que uno de los extremos de su cabeza acaba en pico o en pala y cuyo peso oscila alrededor de 1Kg. Sin embargo, para extraer muestras de rocas ígneas es necesario utilizar mazas (de 2 kg o más) y cinceles.

3) **Cuaderno de campo:** No vale cualquiera, tendrá que soportar los envites del viento, algunos chubascos, grandes esfuerzos en el interior del bolsillo o mochila tendentes a doblarlo y deformarlo constantemente. Por eso, lo más recomendable es un cuaderno de pastas duras que proteja nuestras anotaciones de campo y le confiera un cierto peso que impida que salga volando al primer golpe de viento y se pierda o caiga en un charco.

4) **Mapas y fotos aéreas:** sobre ellos realizaremos el trabajo cartográfico esencial y debemos conservarlos en buen estado a lo largo de la campaña. Es necesario llevarlos siempre en una carpeta dura que, además de protegerlos, sirva para como soporte para poder dibujar en ellos y mirar las fotos con el estereoscopio de bolsillo. Este último aparato es imprescindible hasta que se adquiere la habilidad de ver el relieve sin su ayuda: después es opcional.

5) **Material de escritura y dibujo:** su elección dependerá del soporte en el que queramos dibujar.

-Para dibujar directamente sobre el mapa o en el cuaderno de campo, utilizaremos lápices blandos de punta fina y pinturas de colores. Cuanto más dura sea la mina de los lápices más difícil será de borrar.

-Para dibujar sobre foto aérea podemos utilizar estilógrafos de tinta china, ya que ésta se borra bien con una goma de borrar humedecida, o bien lápices de cera. Si la fotografía es mate o semimate también podremos pintar con lápices normales.

-Asimismo, es necesario un rotulador indeleble para numerar y orientar las muestras que tomemos.

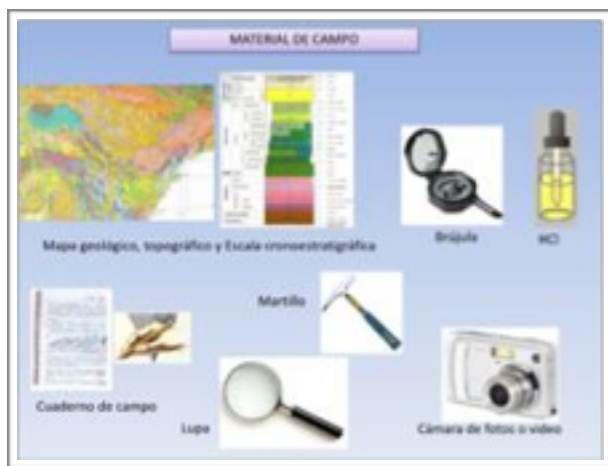
6) **Bolsas de plástico:** proteger y transportar las muestras recogidas.

7) **Lupa:** una lupa de 8 o 10 aumentos para poder observar la textura de las rocas, pequeños minerales, fósiles, etc.

8) **Cinta métrica:** aunque no es estrictamente necesaria para un trabajo convencional de cartografía, es muy útil si se quiere levantar series estratigráficas con detalles o medir otro tipo de estructuras. Para lo primero se utilizan cintas de 10 a 30 metros.

9) **Máquina de fotos:** si se lleva, es altamente recomendable utilizar objetivos que permitan sacar fotos de pequeñas estructuras. Al sacar fotografías es imprescindible incluir en ellas una escala que posteriormente permita apreciar el tamaño de la imagen obtenida: para ello puedes utilizar un amigo/a que pose para la foto, y para imágenes de menor tamaño, un matizo, un amoneda o una escala gráfica específica.

10) **Ácido clorhídrico:** es utilizado por los geólogos para identificar rocas. Éste, cuando entra en contacto con el carbonato cálcico (CaCO_3) reacciona emitiendo dióxido de carbono (CO_2), de ahí que se produzca ese burbujeo. Los geólogos lo usan para diferenciar las calizas de las dolomías u otras rocas de distinta composición.



Método de trabajo.

ORIENTACIÓN EN EL CAMPO

El primer requisito para realizar una buena cartografía geológica es que el geólogo sepa en cada momento dónde está situado sobre el mapa o sobre la foto aérea que se esté utilizando. Sólo así podrá dibujar los contactos observados o anotar medidas con la precisión adecuada.

El mejor modo de situarse es establecer una correlación entre los elementos geográficos que se observan en el campo con la foto aérea o con su representación cartográfica en el mapa. Para ello nos fijaremos tanto en los rasgos geográficos como el trazado de arroyos, situación de collados y cumbres, etc. como en las construcciones humanas, pueblos, carreteras y caminos, presas, etc.. Hay que fiarse más de los rasgos topográficos que de los artificiales, ya que estos últimos pueden haber sufrido modificaciones desde que se hiciera el mapa o las fotos que estemos utilizando.

Otro modo de situarse es lanzar visuales con la brújula sobre al menos tres puntos bien definidos que se reconozcan en el paisaje y en el mapa, como por ejemplos pueblos, la cima de la montaña, un puente, etc. Sobre estos puntos en el mapa dibujaremos la orientación de la visual resultante en cada caso y la intersección de las líneas en el mapa nos señalará nuestra posición. La precisión de ésta vendrá dada por el grado de coincidencia de las líneas. Como norma general, la precisión en la ubicación debe ser de 1 mm sobre el mapa. Eso significa que dependiendo de la escala, el margen de error será, por ejemplo: de 10 m a E:1:10.000, 25 m a E:1:25.000 y 50 m a E:1:50.000.

Actualmente para fijar nuestra posición en el campo se utilizan las nuevas tecnologías como el G.P.S (Global Positioning System) que calculan las coordenadas del punto a partir de la posición de determinados satélites. . Estos aparatos permiten además almacenar posiciones, calcular la dirección y distancia entre dos puntos, velocidad de marcha, etc. También pueden conectarse con una pequeña tabla digitalizadora en la que se coloca el mapa, facilitando de este modo la localización de estaciones.

“Sin embargo, a pesar de tanta maravilla tecnológica, un geólogo que no sepa orientarse por sí sólo con ayuda de un mapa y una brújula, difícilmente podrá hacer cartografía geológica”.

ADQUISICIÓN DE DATOS Y LEVANTAMIENTO DE UNA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

La adquisición de datos y observaciones geológicas en el campo está mediatizada tanto por las características del terreno (cantidad, calidad y accesibilidad de los afloramientos) como por las estructuras geológicas.

En regiones húmedas, con un gran desarrollo de suelos y vegetación, habrá que buscar los afloramientos en canteras, trincheras de carreteras o de vías de ferrocarril, fondos de arroyos, etc. En regiones áridas, por el contrario, es más fácil observar afloramientos continuos de los cuerpos de roca existentes y, por lo tanto, más fácil su seguimiento y cartografía. En función de éstas y

otras variables que mencionaremos después se utilizan fundamentalmente dos técnicas de trabajo:

1) Realización de cortes: consiste en la toma de datos a lo largo de caminos, vías de tren, ríos, arroyos y, en general, de cualquier itinerario que permita realizar una serie de observaciones de la forma más continua posible. A partir de ellos podemos levantar la serie estratigráfica, situar puntualmente en el mapa los contactos entre las capas y controlar la existencia de pliegues, fallas u otras estructuras significativas. La realización de dos o más cortes, paralelo o no, permite en ocasiones extrapolar los datos obtenidos para la superficie comprendida entre ellos.

La orientación de los cortes estará muchas veces condicionada a las carreteras y caminos existentes, cauces de ríos con afloramiento, etc. En cualquier caso hay que intentar hacer los cortes en direcciones que corten lo más perpendicularmente posible las estructuras (direcciones, fallas o pliegues). La orientación ideal de los cortes sería de E-O.

2) Seguimientos de contactos y estructuras: consiste en localizar y seguir sobre el terreno un contacto o estructura e ir dibujando su trazado cartográfico. La localización de las estructuras se hará fundamentalmente a partir de los cortes anteriormente mencionados y su seguimiento, dependiendo de las características del terreno, a base de caminado, si se puede, siguiéndolas en el paisaje. Para esto último es de gran ayuda una cierta experiencia que nos permita localizar la continuidad de diferentes litologías en función de su color, del relieve que producen, o de la vegetación que desarrollan. La fotografía aérea es una herramienta casi imprescindible para este tipo de trabajo.

Lo normal es ir conjugando ambas técnicas según las necesidades de modo que, poco a poco, vayamos complementando el mapa o la fotografía aérea con los contactos diferenciados, fallas, trazas de pliegues y todos los datos y símbolos que faciliten su comprensión. Para ello usaremos una simbología clara y precisa, y los colores y tramas que asignemos a cada litología o formación diferenciada.



Asimismo iremos tomando nota en nuestro cuaderno de campo de todas las observaciones litológicas y estructurales que podamos realizar. Es muy conveniente recordar que para hacer observaciones geológicas es necesario mirar las piedras y no los pajaritos.

El estilo de organizar un cuaderno de campo es muy personal pero, en cualquier caso, debe ser descifrable al menos por su legítimo propietario y esto se conseguirá en mayor medida si los datos aparecen ordenados y si los dibujos y esquemas son claros y detallados. Hay que anotar todo lo que consideremos importante, ya que no conviene nunca fiarse de la memoria.

Como norma general en un cuaderno de campo hay que consignar los siguientes datos:

1. Fecha.

2. Localización del afloramiento, referido a coordenadas en el mapa o a referencias topográficas concretas (carreteras, ríos, núcleos de población, etc). Es recomendable numerar las estaciones y situar su referencia sobre la fotografía aérea o el mapa.

3. Características litológicas y estructuras sedimentarias de los materiales observados.

4. Descripción y medida de las estructuras: estratificación, foliaciones, liberaciones, ejes de pliegues, etc.

5. Esquemas de afloramiento o de los aspectos estructurales más relevantes.

6. Muestras y fotografías tomadas. Si las muestras se toman orientadas, y en general conviene hacerlo siempre así, se puede incluir un esquema de su posición en el afloramiento.

7. Interpretación de las observaciones realizadas en relación con otros afloramientos, anotando todas las ideas nuevas que sugieran y, si es posible, integrándolas en esquemas regionales.

8. Medidas de dirección de planos de estratificación, fallas, ejes de pliegues, direcciones de buzamiento y ángulo de buzamiento.



PRÁCTICA : Medida “ Dirección de capa, buzamiento y dirección de buzamiento”.

Cualquier superficie plana se puede situar en el espacio con dos parámetros denominados dirección y buzamiento.

Dirección de capa o rumbo es el ángulo que forma una línea horizontal contenida en la superficie con el Norte magnético, medida con una brújula desde el N hacia el E. Su expresión por ejemplo de N10°E significa que la línea de dirección se dirige 10° al este desde el norte.

Buzamiento es el ángulo de inclinación de la línea de máxima pendiente de la superficie de la capa y se mide desde un plano horizontal, con el clinómetro de la brújula. El buzamiento incluye tanto el ángulo de inclinación como la dirección hacia la cual está inclinada la capa.

Dirección de buzamiento: La dirección de buzamiento es perpendicular a la dirección de capa, y se expresa como el ángulo que forma con el N magnético la línea de máxima pendiente de la superficie, medida desde el norte hacia el E y de 0° a 360°. En este caso sí queda reflejado el sentido de buzamiento por lo que a esta medida solo es necesario añadirle los grados de buzamiento de la capa.

Mapa geológico. En el campo los geólogos miden la dirección y el buzamiento de las rocas en todos los afloramientos que sea posible. Esos datos se representan en un mapa topográfico o en fotografía aérea, junto con la descripción codificada por colores de la roca. Estableciendo la dirección y el buzamiento de los estratos que afloran en un mapa se puede deducir la orientación de la estructura en el subsuelo.

A partir de la orientación de los estratos, puede establecerse la orientación y la forma de la supuesta estructura. Así se inicia la reconstrucción de la estructura previa a la erosión y la interpretación de la historia geológica de la región.

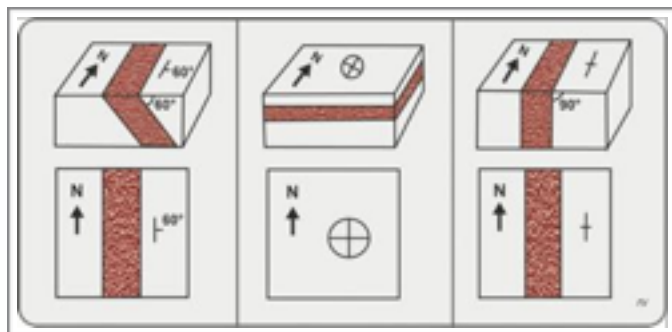


Fig. Direcciones y buzamientos. Fuente: Martínez Catalan,

J.Ramón. Álvarez Lobato, Fernando. (1998). Universidad de Salamanca. Departamento de Geología. Apuntes :Geología Cartográfica”. 160 pag.

Anexo II. Guía reconocimiento visu rocas y prácticas.⁵

RECONOCIMIENTO VISU ROCAS

El material básico necesario para la identificación de visu de rocas en el campo o en el laboratorio es: martillo, lupa de 10x, regla, un cuchillo de acero, una moneda, ácido clorhídrico al 10%, placa de vidrio.

Se ha de trabajar siempre sobre una superficie fresca, de corte reciente, que permita apreciar con facilidad los rasgos texturales y propiedades físicas de la roca. En ocasiones puede ser muy conveniente comparar el aspecto del corte fresco con el de las superficies alteradas, que nos informan indirectamente sobre la composición de la roca, a través de sus productos de alteración.

Los parámetros básicos de observación son:

1. EL COLOR de la roca, tanto en superficie seca como en superficie mojada. NO puede informar de la presencia de componentes que confieren color a las rocas.

2. LA TEXTURA de la roca es una primera aproximación al tipo de roca, ya que hay rasgos texturales que son exclusivos de las rocas ígneas, de las metamórficas o de las sedimentarias. En ocasiones será imprescindible el uso de la lupa para poder completar el análisis textural. La textura indica el modo de construcción de la roca y describe las relaciones entre los diferentes componentes mineralógicos que la constituyen. Con la textura determinamos la forma de los componentes minerales y las relaciones geométricas de ellos. Los parámetros principales de textura son: la forma del grano, la granulosidad y la cristalinidad.

La granulosidad mide la relación de tamaño de los granos.

Escala granulométrica para sedimentos y rocas sedimentarias	
Arcillas	<0,002mm
Limos	0,002-0,064 mm
Arenas	0,064-2mm
Gravas	2-64mm
Cantos rodados	64-256mm
Bloques	>256mm

En relación con la forma, los granos pueden ser:

Idiomorfos, cuando conservan la forma propia característica del mineral.

Hipidiomorfos con alguna cara recta y el resto del mineral sin forma cristalina aparente.

Xenomorfos o alotriomorfos, cuando no se reconoce ninguna cara y son totalmente irregulares.

⁵ Sanz, Fran. (2016). Apuntes “Taller Rocas y Minerales”.

Otro aspecto a considerar es la distribución del tamaño relativo de los granos o las proporciones de los granos. Desde este punto de vista se emplean términos de:

Equigranular, cuando los granos son de aproximadamente un tamaño similar.

Inequigranular, cuando los tamaños son muy variados, diferenciando en ellos una textura *porfídica*, cuando hay unos pocos cristales de tamaño visible, entre una masa de microcristales.

3. LA TEXTURA, entendida como la disposición a gran escala de los elementos de la roca, es otro de los rasgos identificativos del tipo de roca y en general se debe reconocer a escala de afloramiento.

4. LA DUREZA de la roca, a grandes rasgos. Ha de tenerse presente que la dureza es una propiedad característica de los minerales.

La dureza se mide cualitativamente con la escala de Mohs. De forma general, haciendo referencia a la totalidad de la roca, se pueden emplear los términos de:

-Dura si la roca es compacta y raya el vidrio y el acero, lo que significa que hay cuarzo o feldespato en su composición (dureza de Mohs 6-7 en adelante).

-Blanda si no llega a rayar el acero, pero tampoco se raya con la uña.

-Muy blanda si se raya con la uña.

Las rocas ígneas son siempre duras; las metamórficas suelen ser generalmente duras; mientras que en las sedimentarias se aprecia un rango amplio de durezas, según el tipo de roca, las areniscas son duras, las calizas y dolomías blandas, y algunas de las evaporíticas y la mayoría de las lutíticas, muy blandas.

Práctica 2: “VISU ROCAS”

1. Estudia e identifica las siguientes muestras. Para ello podéis ayudados de esta pequeña guía(21).

ROCAS ÍGNEAS

Aspecto granudo, poroso o vítreo. Nunca dispuesta en láminas.

1. Roca heterogénea formada enteramente por cristales.

Granito	Gabro
Granos minerales visibles a simple vista	Granos minerales visibles
De colores claros	Sólo minerales oscuros (gris, negro y verde)
Compuesta por cristales grises, translúcidos de cuarzo asociados a feldespatos (blanco o rosa) y mica negra	

2. Roca homogénea con cristales pequeños incluidos en una pasta vítrea.

Pumita	Obsidiana	Basalto
Color claro	Color oscuro	Color oscuro
Poco pesada	Ligera	Pesada
Muy porosa	Sin poros	
Flota en el agua	Apecto brillante	A veces con pequeños cristales visibles de olivino (verde o marrón).
	Con fractura típica de vidrio	

ROCAS METAMORFICAS

Aspecto esquistoso (en láminas), en bandas de colores o rocas homogéneas de colores claros (gris o blanco), grano fino y no porosas.

1. Con esquistosidad (en láminas)

Pizarra	Esquisto	Gneis
Roca oscura		Alternancia de bandas claras y oscuras
Sin brillo o brillo mate	Roca brillante	
A veces puede contener fósiles	A veces se pueden reconocer micas	Esquistosidad menor que las anteriores (Pizarra y Esquisto)

2. Sin esquistosidad

Mármol	Cuarcita
Roca masiva sin estructura definida	Roca masiva sin estructura definida
Color blanco	Color claro
Produce reacción con ácido clorhídrico	No produce reacción con ácido clorhídrico
No raya el vidrio	Raya el vidrio

ROCAS SEDIMENTARIAS

Pueden presentar estructuras de estratificación y contenido fósil

1. Detríticas (Formada por fragmentos)

Fragmentos imperceptibles	Los fragmentos se ven a simple vista	Los fragmentos se ven a simple vista	Los fragmentos se ven a simple vista
Si se acerca a los labios húmedos se adhiere ligeramente	• Formada por granos de arena de tamaño <2 mm	Fragmentos mayores de 2 mm de forma redondeada	Fragmentos mayores de 2 mm de forma angulosa

2. No detrítica (No Formada por fragmentos)

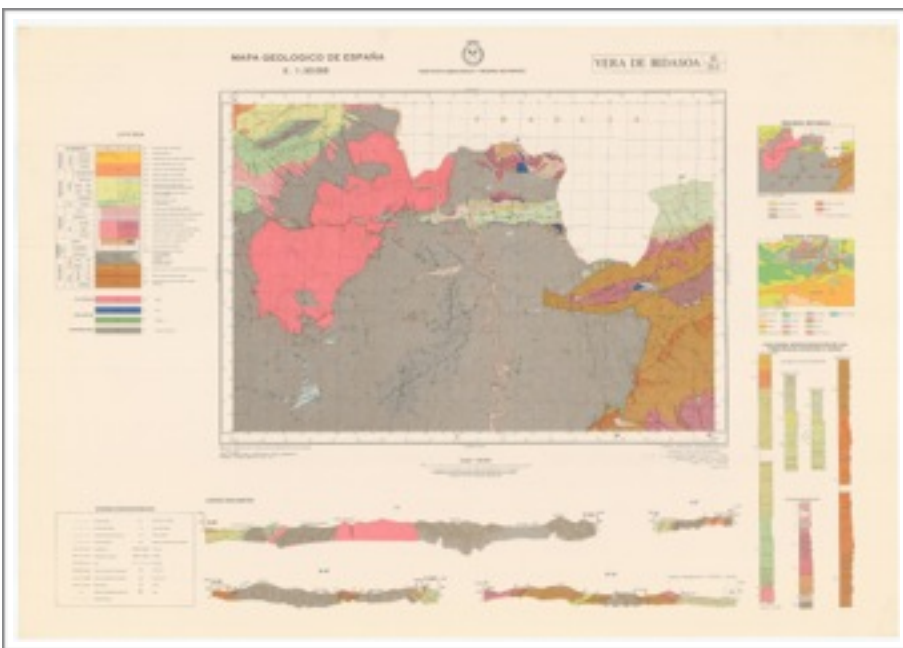
Carbonatadas	Evaporitas	Orgánicas
CALIZA	SALES	CARBÓN / PETRÓLEO
De colores claros, gris, blanco, rosados	De color blanco, incoloro o carne	De color negro con zonas brillantes a mates en donde se aprecia en ocasiones la presencia de restos vegetales
Puede contener fósiles	Algunas tiene sabor salado, Halita	Es blando y mancha de negro las superficies que toca
Hace reacción en contacto con ácido clorhídrico	Si son blancas y sin sabor son los yesos	
Pueden tener origen orgánico	Si son de color carne y sabor amargo, Carnalita o sin sabor, silvina	

Práctica 3: MAGNA

Buscar el mapa geológico y su correspondiente memoria donde se localice el macizo “Peñas de Aia” en IGME o en el link navarra.es .

Mapa Geológico Ventas de Irun, HOJA 65-I (49-09)

Escala 1:25.000



1. Identificar las principales **unidades geológicas de la zona**:

num.Unidad	Litología
5	Leucogranitos: componen la zona de borde* del stock granítico de Aia. compuesta por granitos porfídicos alcalinos y eventualmente por cuarzdioritas y microgabros.
6	Granitos, granodioritas y gabrodioritas : forman la zona interna* del stock. Esta presenta una composición ácida y básica porcendete de una mezcal de magmas, uno procendente de la corteza y otro de manto respectivamente. Representada por tres facies.
64	Esquistos, pizarra y grauvacas : rocas metamorfizadas localizadas en la aureola de metamorfismo de contacto que el envuelve el stock granítico de Aia. Son principalmente pizarras moteadas con composición variable conforme aumenta el grado de metamorfismo(desde ox. de hierro, cuarzo, albita biotita, turmalina y cordierita) a corneanas con cloritoides (piroxenos) y corneanas con andalucita, en la cuales se pueden observar cristales hasta de 10 cm.

2. Determinar la **composición mineral** de las diferentes **rocas** que se encuentran en la **zona**. (Ejemplo)

ROCA	Clasificación General de la roca	Minerales constituyentes
Leucogranito	R. Ígnea Plutónica	Fenocristales de feldespato potásico, cuarzo, plagioclasa y biotita. Presentan un tamaño de grano fino a grueso, localmente porfídico.
Granodiorita	R. Ígnea Plutónica	Facies oscura granodiorítica: con piroxeno, anfíbol, biotita, plagioclasa y \pm cuarzo. Facies intermedia granodiorítica con anfíbol, biotita, plagioclasa, feldespatos potásico y cuarzo. El tamaño de grano y carácter heterogranular aumentan hacia la facies clara.
Granito con biotita	R.Ígnea Plutónica	Facies clara granítica con biotita con \pm anfíbol, plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo.
Pizarra moteadas	R. Metamórfica	Ox. Fe, cuarzo, albita, clorita, pennita, biotita roja, turmalina y cordierita
Corneanas	R. Metamórfica	Hornblenda, cloritoide , andalucita, albita y epidota.

Elegir dos o tres minerales característicos de estas rocas y describir sus propiedades.
Ejemplos:
Características de la **BIOTITA**

	Clasificación general	Silicatos: grupo de los filosilicatos
	Composición química	$K (Mg,Fe)_3 Al Si_3 O_{10} (OH)_2$
	Color	Verde oscuro a negro
	Brillo	Nacarado
BIOTITA	Dureza	2,5 -3,0
	Huella	blanca
	Hábito frecuente	Hojoso
	Densidad	3,00 g / cm ³
	Sistema cristalino	Monoclínico

Características de la **ANDALUCITA**

	Clasificación general	Silicatos: grupo de los tectosilicatos
	Composición química	Al ₂ SiO ₅
	Color	Rojo, variado
	Brillo	Vítreo
ANDALUCITA	Dureza	7,5
	Huella	Blanca
	Hábito frecuente	Prismas
	Densidad	3,18 g / cm ³
	Sistema cristalino	Ortorrómbico

Anexo III. Prácticas interpretación cortes geológicos.⁶

DATACIÓN RELATIVA Y PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

La reconstrucción de una región pasa por la ordenación temporal de las rocas y su relación espacial a distancia, reconstruyendo la disposición inicial de las rocas y su historia, aunque hayan sufrido procesos posteriores de deformación, o incluso parte haya desaparecido por erosión. Durante el s.XIX, antes del descubrimiento de la radioactividad y por tanto de las dotaciones radiométricas, se desarrolló la escala de los tiempos geológicos utilizando dataciones relativas. Esto significa que los acontecimientos se colocan en su secuencia de orden temporal correcto, unos respecto a otros, sin conocer su edad absoluta en años y sin atribuirles una posición precisa en un sistema de regencia. Para ello se aplican los siguientes principios en los que el espacio y el tiempo son conceptualmente muy importantes, ya que cualquier proceso geológico se efectúa en un lugar concreto del espacio en un tiempo determinado.

Principio de Superposición de los Estratos (Principio de Stenon, 1638-1686). Relaciona el tiempo con la roca y el espacio. “Los terrenos están dispuestos en capas (estratos) sucesivas siendo las superiores más recientes que las que se encuentran debajo”.

Principio de continuidad lateral y horizontalidad original de los estratos. Indica que: “las rocas sedimentarias se depositaron formando estratos, prácticamente horizontales, de gran continuidad y extensión lateral, en grandes áreas dentro de las cuencas sedimentarias”.

Principio de la Sucesión Faunística (principio de la identidad paleontológica de Smith, 1970). “Los fósiles contenidos en un estrato son de la misma época, y los de estratos superiores son más modernos que los de estratos inferiores”, o lo que es lo mismo. los organismos fósiles se sucedieron unos a otros en un orden definido y determinable, y por tanto, cualquier periodo geológico puede reconocerse por sus fósiles. Este principio permitió a los geólogos identificar rocas de la misma edad en lugares distantes y construir una escala de tiempos geológicos relativos.

Principio del Uniformismo (principio de Hutton). Este principio abrió el camino de la concepción dinámica de la Tierra, rompiendo con la idea de una Tierra relativamente joven: “las leyes y procesos naturales han permanecido uniformes a lo largo del tiempo geológico”. Lyell lo completó con el Principio del Actualismo, “El presente es la clave del pasado”, fundamentado en que los fenómenos geológicos han ocurrido siempre de la misma forma que la actualidad, por lo

⁶ Vera Torres, Juan Antonio. (1994). Estratigrafía. *El tiempo en Geología*, 61-84.

que podemos aplicar la experiencia del presente a la reconstrucción del pasado y a la predicción del futuro.

Principio de las relaciones transversales entre rocas y otros elementos explica que; “las rocas cortadas por una intrusión ígnea o una falla son anteriores a esa intrusión o a la falla”.

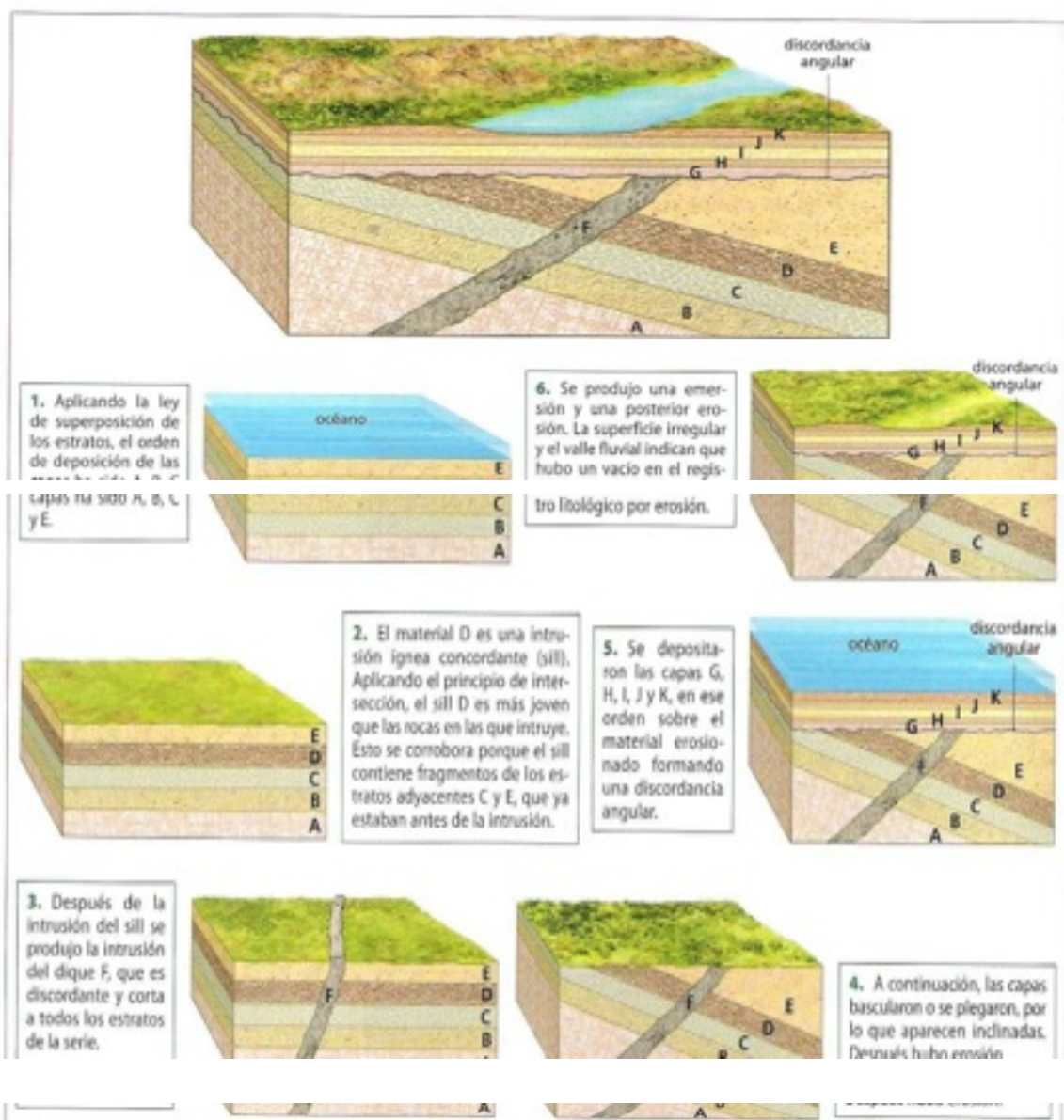
Principio de la inclusión: “los granos minerales o fragmentos de rocas incluidos en una roca sedimentaria son anteriores a dicha roca”.

Ejercicios ⁷: reconstrucción cortes geológicos

Protocolo de trabajo:

- 1.- Lectura y visualización del corte a estudiar.
- 2.- Determinar la escala de trabajo tanto vertical como horizontal.
- 3.- Principios estratigráficos que pueden ser aplicados.
- 4.- Estudio de la leyenda: comprensión general, relaciones verticales y espaciales. Litologías presentes: orden de sucesión. Etcétera.
- 5.- Unidades estratigráficas: litoestratigráficas, cronoestratigráficas, bioestratigráficas, etc.
- 6.- Elementos geológicos presentes.
- 7.- Elaborar la columna estratigráfica relación entre las diferentes unidades estratigráficas diferenciadas.
- 8.- Determinar las condiciones medioambientales en las que se formaron los diferentes estratos.
- 9.- Discontinuidades: discordancias, inconformidades, paraconformidades, etc.
- 10.- Determinar las fases orogénicas acaecidas.
- 11.- Magmatismo, metamorfismo, etc.
- 12.- deformación dúctil y frágil.
- 13.- Sucesión de los acontecimientos.
- 14.- Historia geológica

⁷ Alonso Gavilan, Gaspar. (2014). Departamenteo de Geología. Universidad de Salamanca. Apuntes de “Geología General” del Grado de Biología.



6.16. Reconstrucción en seis pasos de la historia del corte geológico representado en la figura superior.

Actividades

12 Establece las edades de las rocas y la secuencia de sucesos que han ocurrido en la región representada en la figura 6.17.

A continuación se describen las características de los diferentes materiales geológicos.

A Pizarras con fósiles Goniatites.

B Calcarenitas con Fusulinas.

C, D, E Serie sedimentaria que contiene graptolites.

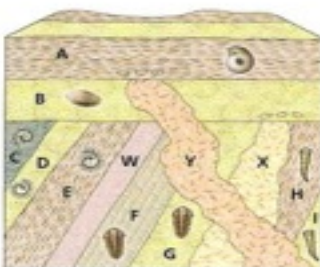
F, G Calizas y calcarenitas con fósiles del trilobites Neseuretus.

H, I Calcarenitas y calizas con arqueociatos.

W Basaltos de edad absoluta de 445 millones de años.

X Intrusión magmática de edad absoluta 460 millones de años.

Y Dique pegmatítico de edad 350 millones de años.

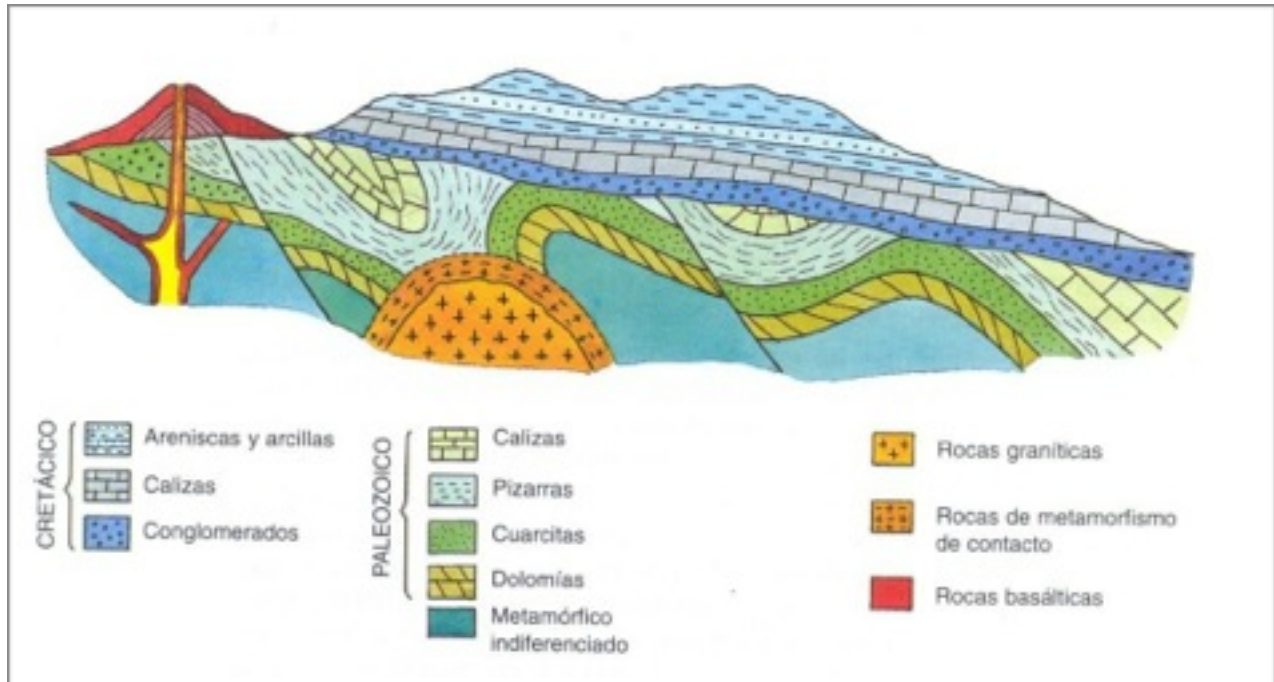


6.17. Corte geológico de una zona actual de la Tierra.

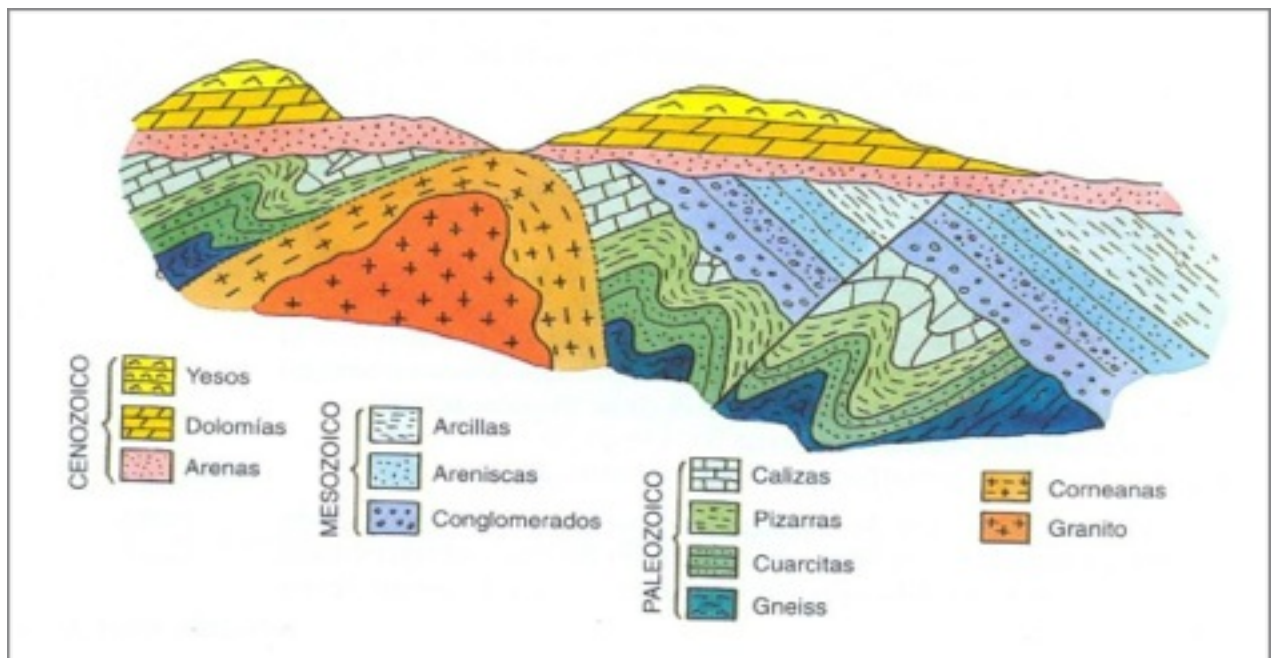
Fig.Reconstrucción corte geológico. Fuente:<http://animekai2.wikispaces.com/file/view/Dibujo.JPG/90641519/Dibujo.JPG>

Reconstrucción cortes geológicos

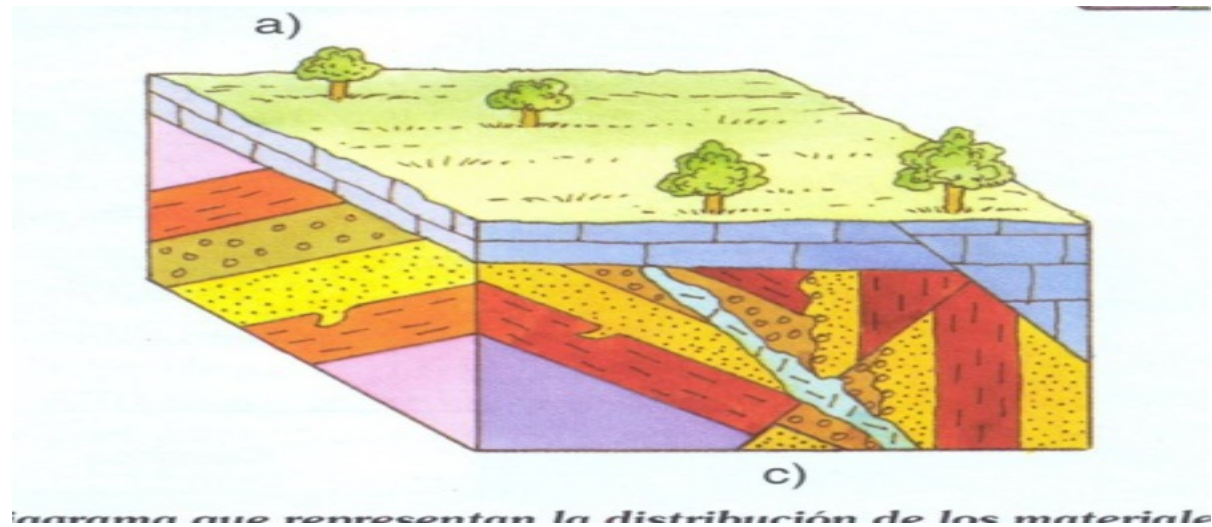
1.- Aplicando los principios estratigráficos determinar el orden de sucesión de los acontecimientos geológicos acaecidos en el área donde se realizó el corte representado en la figura adjunta. ¿Qué principio o principios se han utilizado en la técnica de diferenciación?



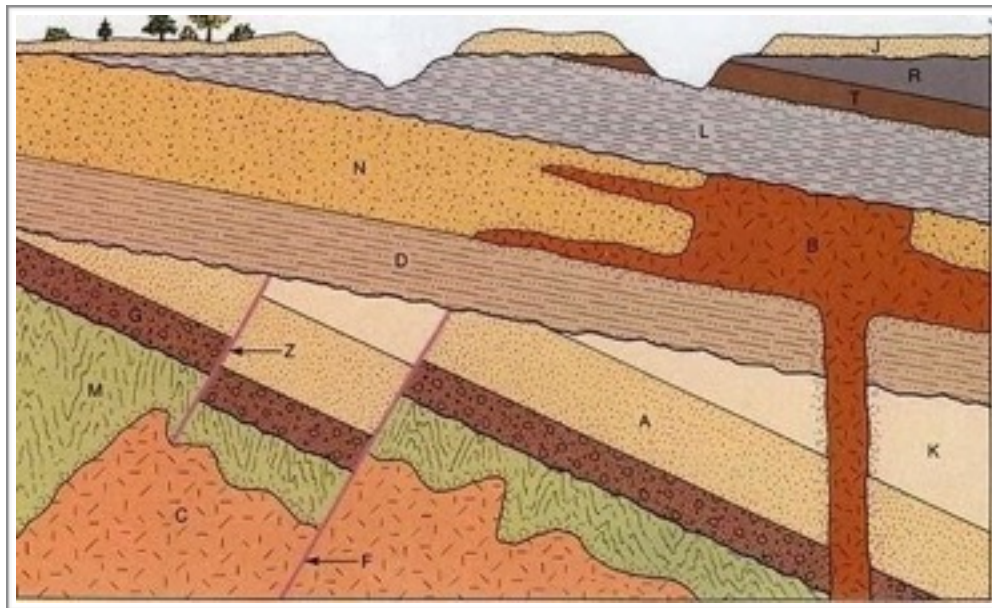
2.- Aplicando los principios estratigráficos determinar el orden de sucesión de los acontecimientos geológicos acaecidos en el área donde se realizó el corte representado en la figura adjunta. ¿Qué principio o principios se han utilizado en la técnica de diferenciación?



3.- Aplicando los principios estratigráficos determinar el orden de sucesión de los acontecimientos geológicos acaecidos en el área donde se realizó el corte representado en la figura adjunta. ¿Qué principio o principios se han utilizado en la técnica de diferenciación?



4.- Aplicando los principios estratigráficos determinar el orden de sucesión de los acontecimientos geológicos acaecidos en el área donde se realizó el corte representado en la figura adjunta. ¿Qué principio o principios se han utilizado en la técnica de diferenciación?



Anexo IV. Guía Luberri.



Historia Geológica de Oiartzun

Introducción

Desde el punto de vista geológico, el Valle de Oiartzun y sus alrededores constituyen unos de los enclaves más interesantes de toda Euskal Herria. En esta zona afloran las rocas más viejas de Gipuzkoa y algunas de las más antiguas de la geografía vasca.

Aiako Harria-Bianditz es el único macizo granítico existente en Euskal Herria y forma parte del núcleo de la zona continental más antigua existente en nuestro país, emergida de las aguas marinas hace unos 280 millones de años.

A lo largo de todo su curso, el río Oiartzun atraviesa una potente serie estratigráfica que nos permite conocer diferentes minerales, rocas y fósiles formados a lo largo de las cuatro Eras geológicas.

La intensa actividad humana relacionada con el aprovechamiento y la explotación de los recursos minerales existentes en la zona, ha dejado su huella en los últimos milenios. Desde la prehistoria, hasta la activa presencia romana en Arditurri. Desde la Edad Media hasta la actualidad, constituyendo un hito importante en nuestra historia más reciente.

Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net

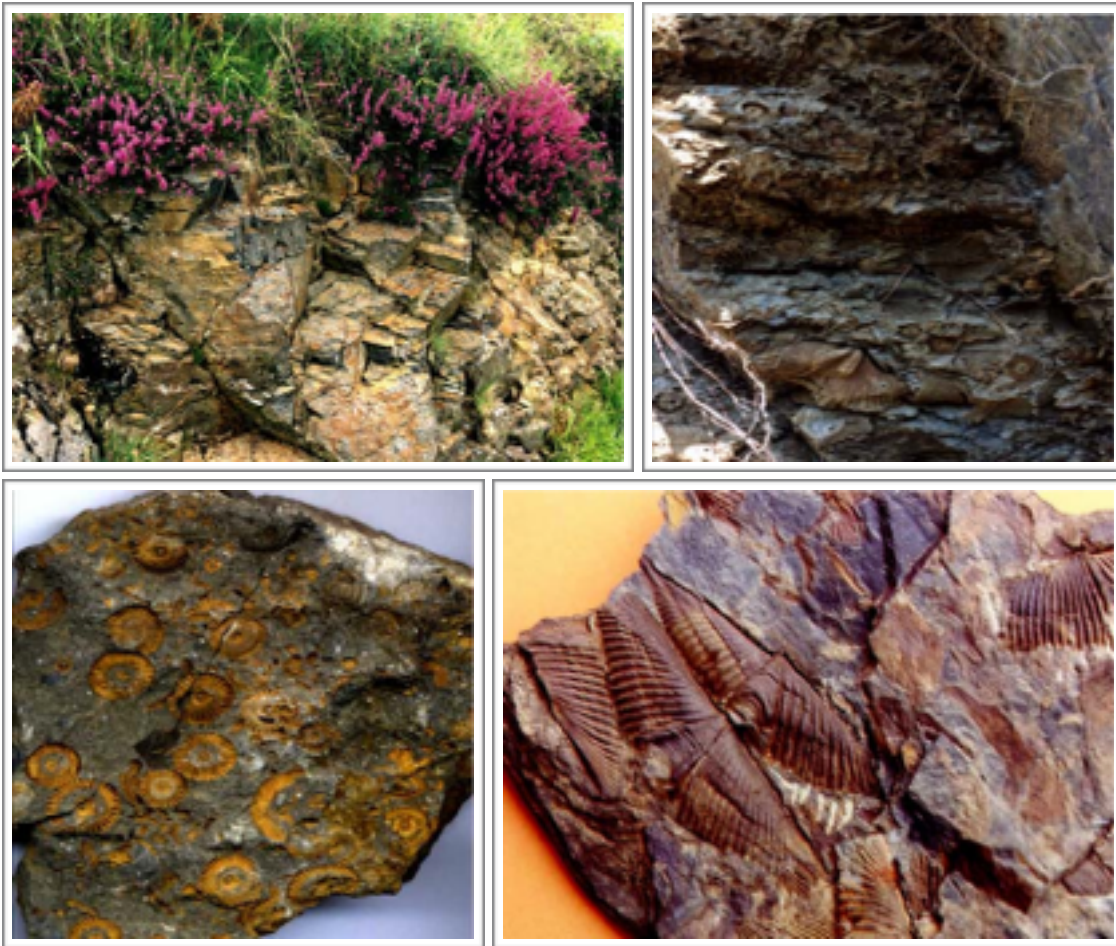


Las rocas más antiguas de Gipuzkoa

Las rocas más antiguas del Valle de Oiartzun aparecen rodeando el plutón granítico de Aiako Harria-Bianditz. Son rocas sedimentarias de aspecto pizarroso, que se formaron bajo el mar que cubría la totalidad de Euskal Herria en la Era Primaria o Paleozoico.

El único yacimiento fosilífero encontrado hasta el momento lo encontramos junto a la carretera que une Oiartzun e Irún. Esta incluido en una serie de pizarras gris-azuladas que reposan sobre unas calizas del mismo tono. Los fósiles allí descubiertos pertenecen a restos de tallos de

crinoideos (lirios de mar) y braquiópodos que nos remontan al período Devónico, hace unos 380 millones de años, siendo los vestigios de vida más antiguos descubiertos en toda Gipuzkoa.



Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net

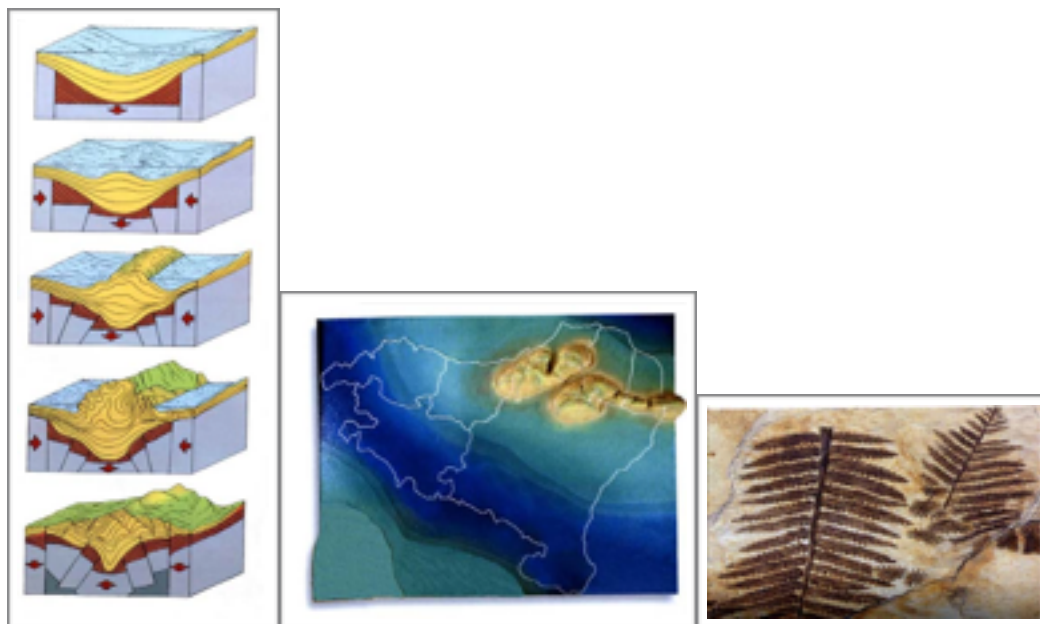
Las primeras tierras emergidas de Euskal Herria

Durante el período Carbonífero, hace unos 300 millones de años, se produjeron una serie de movimientos de la corteza terrestre que hicieron salir desde el fondo marino las primeras zonas continentales de Euskal Herria. Fue la denominada Orogenia Hercínica la causante de la formación de unos islotes que serían las primeras tierras emergidas de nuestra geografía.

El más occidental de estos islotes estaría situado sobre la zona en la que actualmente se encuentra el macizo de Aiako Harria-Bianditz (testigo residual de aquella primitiva masa continental) extendiéndose hacia el este, hacia los vecinos territorios de Lesaka y Bera de Bidasoa.

El fin de aquella etapa tectónica trajo consigo la emersión de los denominados Macizos Hercínicos (Aiako Harria-Bianditz, Bortziri, Baztan y Aldudes-Kinto Real). Las rocas que encontramos alrededor del macizo granítico de Aiako Harria-Bianditz se formaron durante los períodos Devónico y Carbonífero (entre 380 a 280 millones de años).

Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net



Formación del batolito granítico de Aiako Harria-Bianditz

Los sedimentos marinos depositados en la zona durante los períodos Devónico y Carbonífero, se encuentran en posición horizontal en el fondo del mar y no han sido plegados ni levantados del mismo. Las últimas capas marinas de esta fase, conservadas hoy en día, tienen cerca de 350 millones de años y nos indican que la región se encontraba totalmente sumergida.

La Orogenia Hercínica, sucedida hace unos 300 millones de años, afecta a las capas marinas, plegándolas y levantándolas. Las montañas que surgen son las primeras zonas continentales de Euskal Herria.

La erosión comienza a desgastar el relieve continental, rebajándolo. Mientras tanto, desde las zonas profundas de la corteza terrestre, comienza a ascender una masa magmática con temperaturas del orden de los 600 °C, que va atravesando los estratos ya plegados por la Orogenia Hercínica. El ascenso forzado del magma granítico repercute en una deformación del relieve externo y los montes se elevan nuevamente, empujados desde abajo. Este fenómeno tenía lugar en el período

Pérmico, hace 280 millones de años.

La ascensión del magma ha cesado y éste se ha enfriado dando origen a las rocas graníticas que adoptan una disposición masiva que recibe el nombre de batolito, plutón o stock granítico. Como puede verse en el dibujo, la masa granítica queda totalmente incluida en el interior del macizo de Aiako Harria-Bianditz, formando su

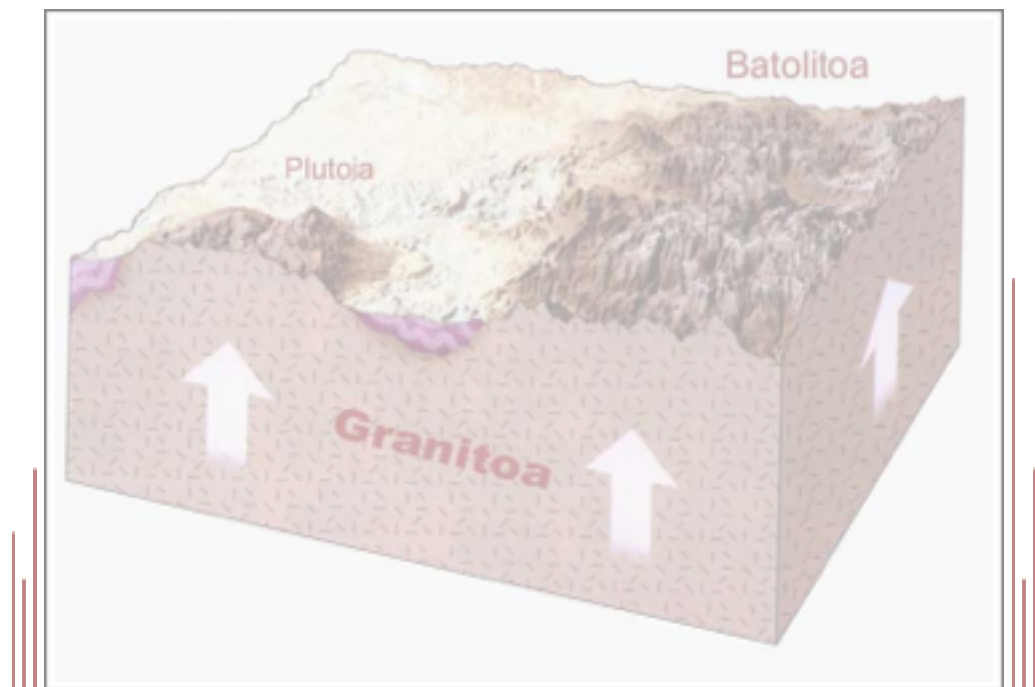
núcleo y no asomando todavía por ninguna parte al exterior. Se encuentra recubierto por los primitivos sedimentos marinos que ahora, por la presión y temperaturas a las que se han visto sometidos por la intrusión del magma, han pasado de ser rocas sedimentarias a ser rocas metamórficas. Durante el proceso de intrusión, fenómenos hidrotermales originan soluciones metálicas que atraviesan las rocas, formando filones metalíferos que darán lugar a los cotos mineros de Arditurri, con sus criaderos de minerales de plomo, cinc, hierro, cobre y plata. El relieve exterior ha sido erosionado y nivelado en parte. El dibujo correspondería al período Triásico, hace 220 millones de años.

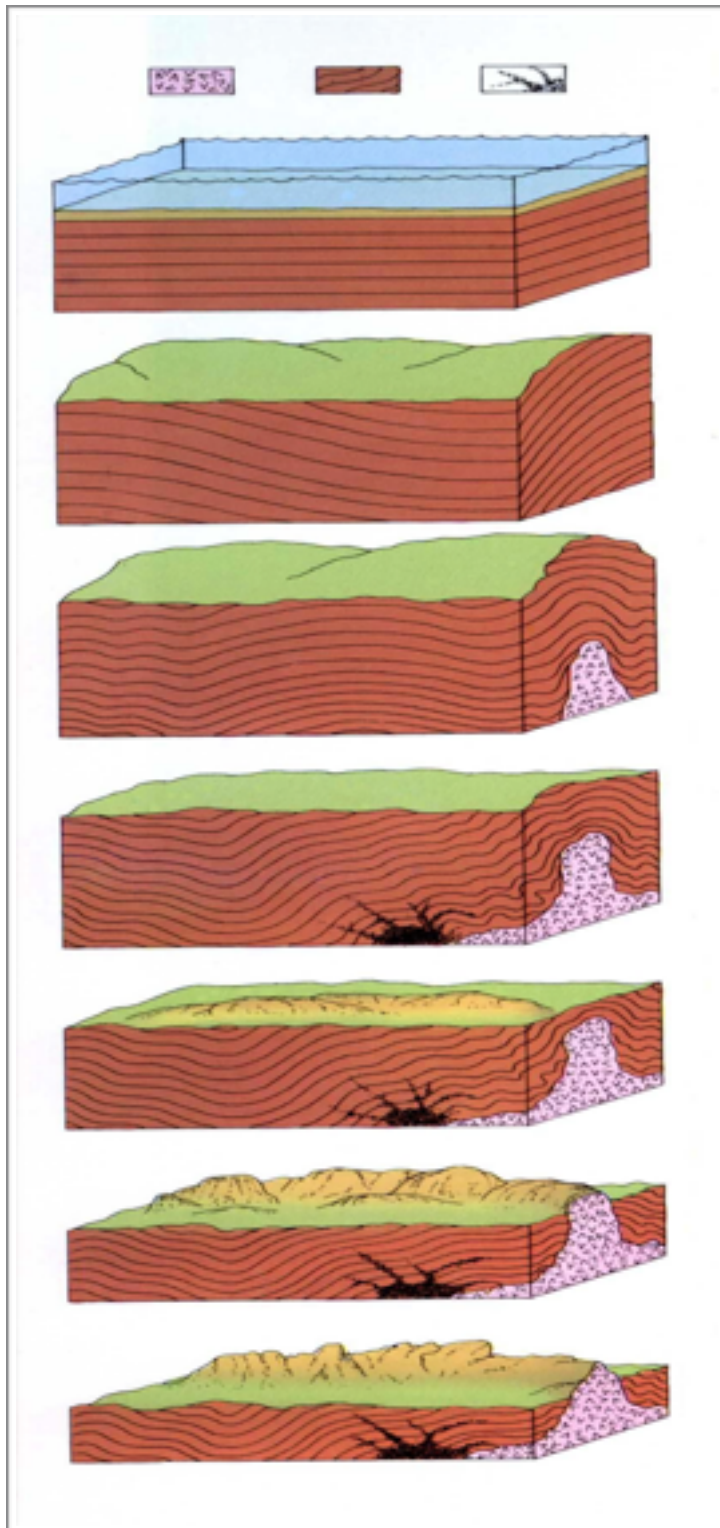
La constante erosión del macizo tiende a rebajar su altura y de esta forma podemos calcular que, a finales del período Cretácico, hace 70 millones de años, los primeros asomos graníticos comienzan tímidamente a manifestarse.

Al ser el granito una roca muy compacta y resistente, es más difícilmente atacado que las rocas metamórficas que lo cubren y rodean, quedando de esta forma aislado y sobresaliente. Comienza a perfilarse el relieve actual de Aiako Harria. La edad de este bloque-diagrama es de hace unos 15 millones de años, edad muy posterior a la Orogenia Alpina (sucedida hace 40 millones de años) que levantó el resto de los macizos montañosos de Euskal Herria, ayudando a emerger el granito en nuestra zona.

El relieve actual de Aiako Harria-Bianditz está configurado, fruto de un largo proceso erosivo y de una serie de hechos geológicos tan particulares como los explicados en estos siete bloque-diagramas.

Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net

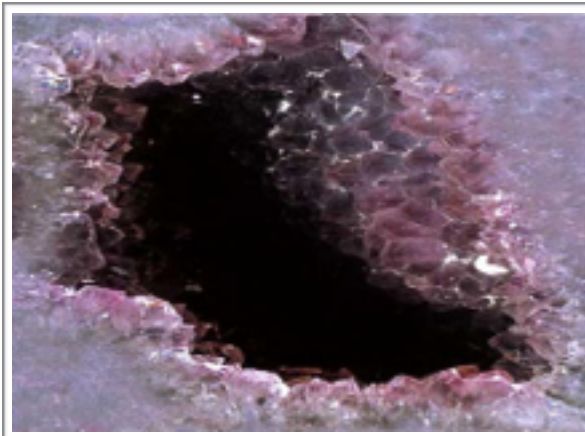
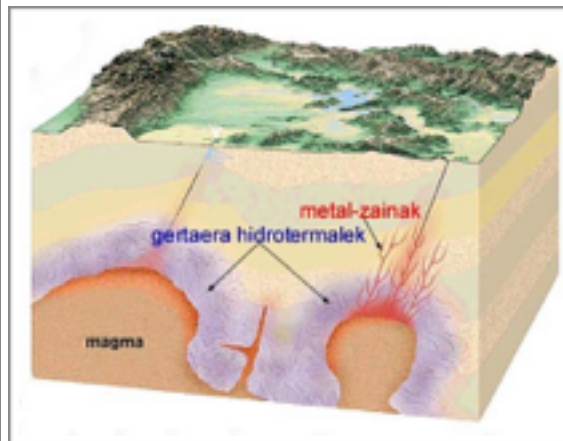
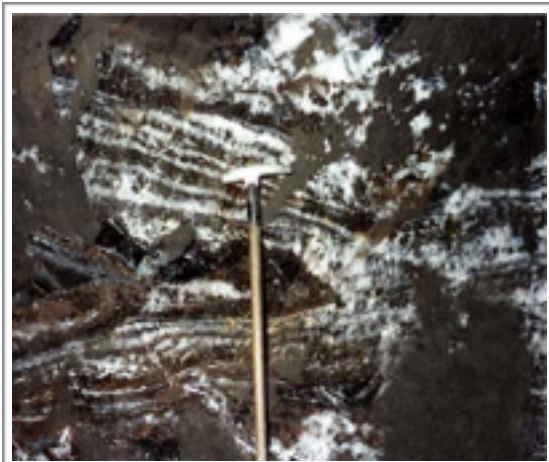




Rocas metamórficas y filonianas

La alteración causada por la irrupción de las rocas ígneas desde el interior de la corteza terrestre, hace unos 280 millones de años, atravesando los sedimentos marinos anteriormente depositados, afectó notablemente a dichas rocas. Esta alteración es la causante del metamorfismo y la recristalización de las rocas sedimentarias (con fósiles), trasformándolas en otras rocas metamórficas que no conservan ningún tipo de fósiles en su interior.

Durante el proceso de intrusión del granito y otras rocas ígneas, fenómenos hidrotermales hicieron ascender desde las profundidades de la corteza terrestre potentes masas de agua cargadas con metales que fueron rellenando grietas y formando los filones metalíferos que darían lugar a las minas de Arditurri, Arlepo, Zorrola (Oiartzun), y Meazuri, Meaka y San Narciso en la vertiente irunesa.



Costas triásicas

Con el batolito (macizo granítico) consolidado y el resto de los macizos paleozoicos emergidos se inicia una importante fase erosiva de las áreas continentales. A excepción de dichas áreas emergidas, el resto de lo que hoy conocemos como Valle de Oiartzun, así como la mayor parte de Euskal Herria seguían sumergidos bajo las aguas marinas.

Algunos testimonios de la antigua línea costera del período Triásico (hace unos 225 millones de años...) son visibles en distintos puntos de Oiartzun (Pagolarre, Leungo Harkaitzak, Urkullu,...), Irun (San Marcial), Bera de Bidasoa, Larrun, Mendaur, Baztan, Urdaburu, Adarra, Leitzaran,...

A finales del período Triásico, hace unos 190 millones de años, se producen fenómenos volcánicos que van a dar lugar a la formación de las ofitas que afloran en algunos puntos como Karrika, donde se ha venido explotando una cantera de esta dura roca volcánica.

Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net



El mar Jurásico

En el periodo Jurásico, hace unos 180 millones de años, la mayor parte del actual valle de Oiartzun se encontraba sumergido bajo el mar. Algunas de las rocas jurásicas son extremadamente ricas en fósiles de diferentes moluscos e invertebrados marinos. De entre ellos los más destacables son los ammonites y los belemnites, antepasados de los actuales cefalópodos (calamares, pulpos o nautilus). Restos de sus conchas aparecen con frecuencia en las rocas jurásicas. Las calizas y margas del Jurásico son de colores oscuros y gris-azulados, aflorando en diferentes puntos del valle (variante de Elizalde, Iturriotz y túneles del Bidegorri).

Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net



Costas cretácicas

Al comenzar el periodo Cretácico la mayor parte del actual valle de Oiartzun así como la mayor parte de Euskal Herria continúan sumergidas bajo las aguas marinas.

Hace unos 130 millones de años la cuenca Vasco-Cantábrica pierde profundidad y un mar cálido de limpias y agitadas aguas ocupa la mayor parte de la geografía vasca.

En el Cretácico inferior (hace unos 120 millones de años) el clima es de tipo tropical y por ello, se forman enormes arrecifes de coral a lo largo de toda Euskal Herria. En la parte oriental de Gipuzkoa los primeros arrecifes de esta extensa barrera coralina aparecen en Oiartzun (Karrika), Erreterria (Txoritokieta y San Marcos), Donostia (altos de Loiola) y Hernani (Santa Bárbara).

Las áreas continentales (macizos paleozoicos de Aiako harria, Bortziri, Baztan, Aldudes- Kinto Real) continúan erosionándose y aportando sedimentos a las zonas costeras. En diferentes lugares de Oiartzun, como Urkabe, Arkale, Arraskularre o Egiar, podemos ver llamativos estratos de conglomerados y areniscas blancas, sedimentados a lo largo de la línea costera de hace 110 millones de años.

Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net



El Flysch cretácico

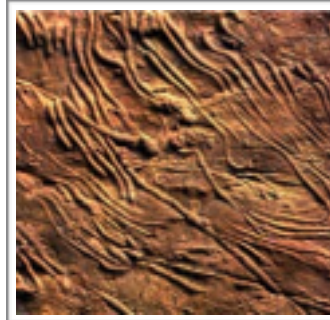
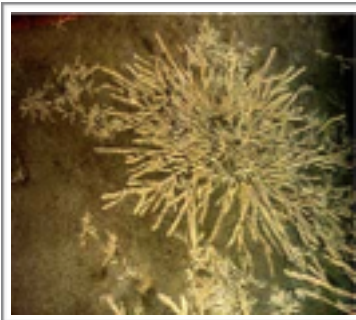
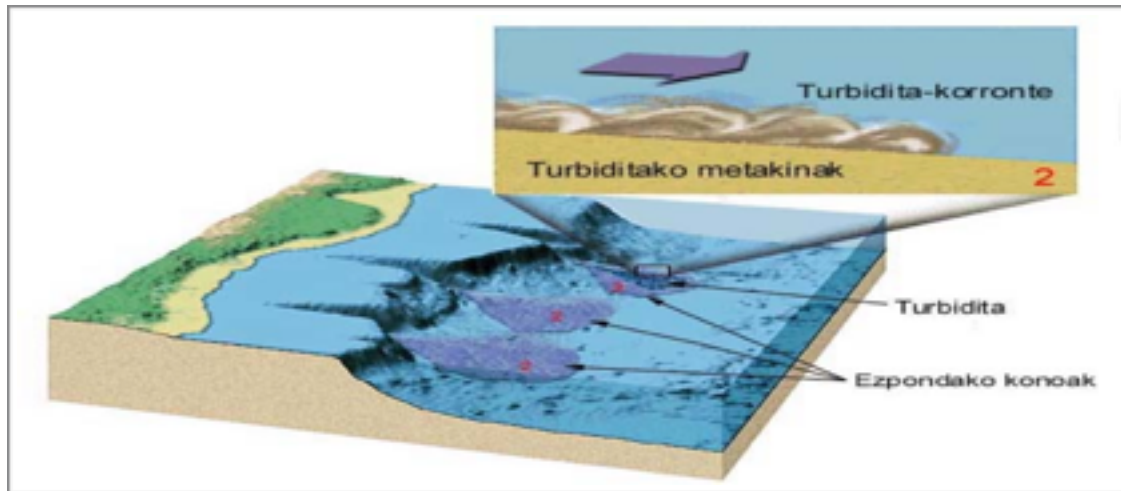
En el Cretácico superior (hace unos 100 millones de años) se produce un hundimiento de la cuenca sedimentaria que afecta a la zonas media y baja del actual valle de Oiartzun.

La progresiva erosión de la zona emergida de Aiako Harria-Bianditz favorece la enorme acumulación de sedimentos finos en lo que se denomina facies Flysch. Esta serie característica del Cretácico superior de Gipuzkoa y Bizkaia es visible en diferentes puntos de Oiartzun (Txikierdi, márgenes del bidegorri, , polígono industrial de Ugaldetxo, Lintzirin, taludes de la Autopista A-8) así como en la variante de Errenteria, Txirrita-Maleo, Lezo, etc...

Esta serie del Flysch se presenta como una alternancia de calizas, margas y areniscas, bien estratificadas en capas de escaso grosor y tonos grises, blancos o rosáceos. La formación de esta potente serie sedimentaria se originó a gran profundidad, bajo el talud de la plataforma continental.

En sus estratos son frecuentes las “pistas fósiles” de organismos que dejaron plasmado las marcas de su paso por los antiguos fondos marinos. También aparecen algunos equinodermos (erizos de mar), moluscos y los últimos ammonites que vivieron en nuestro mar, antes de extinguirse, hace 65 millones de años. El límite K-T que marca el contacto entre las Eras Secundaria y Terciaria, se encuentra presente en la zona Altamira (Lezo).

Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net



Oarsoaldea emerge de las aguas

Los estratos de la Era Terciaria están bien representados en Oarsoaldea. Son de tipo Flysch y se formaron en las mismas condiciones que las del Cretácico. Aparecen en la zona de Lezo, Pasaia y en las laderas de Jaizkibel y Ulía. Como en las anteriores, son frecuentes en ellas las pistas fósiles.

La serie del Flysch terciario, culmina con la Formación Jaizkibel, caracterizada por una potente sucesión de areniscas amarillas, algunos de cuyos estratos llegan a alcanzar varios metros de espesor y forman una barrera natural frente a los embates del Cantábrico. Podemos contemplarlos en Jaizkibel, Pasai Donibane, San Pedro, Ulía...

Esta serie fue depositada en una región submarina situada a gran profundidad, durante el período Eoceno (entre 55 y 42 millones de años). Son las últimas rocas marinas sedimentadas antes de la emersión definitiva de Euskal Herria, hace unos 40 millones de años, a causa de la Orogenia Alpina.

A finales del período Eoceno, hace unos 40 millones de años se producen unos intensos movimientos de la corteza terrestre como consecuencia del choque entre las placas tectónicas Ibérica y Euroasiática, una vez finalizada la etapa de deriva y apertura del golfo de Bizkaia. Estos movimientos constituyen la denominada Orogenia Alpina que, en su fase pirenaica, pliega los fondos marinos y hace emerger de las aguas el conjunto de los montes vascos y la cadena de los Pirineos.

De esta forma, el valle de Oiartzun y la comarca de Oarsoaldea quedaron definitivamente fuera de las aguas del mar hace más de 35 millones de años, iniciándose un largo proceso erosivo que ha llevado a modelar el paisaje que actualmente conocemos.

Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net



La prehistoria de Oiartzun

A lo largo de los últimos millones de años el nivel del mar ha venido sufriendo diferentes fluctuaciones hasta alcanzar el nivel que actualmente conocemos. Durante la última glaciación (Würm, entre 70.000 y 20.000 años) parte del agua de los océanos se encontraba congelada, formando extensos casquetes polares. El mar Cantábrico presentaba un nivel por debajo del actual, con la línea costera situada a varios kilómetros de distancia de la costa que conocemos hoy en día.

El río Oiartzun discurría por la parte baja del valle, donde hoy en día se encuentran Errenteria, Lezo y Pasaia, sin estar inundada todavía su bahía, atravesando las laderas de Jaizkibel y Ulija y siguiendo su curso, hasta desembocar a unos 13 kilómetros de la costa actual.

Durante el último millón de años, las montañas y riveras de Oarsoaldea fueron habitadas por animales tan variados como los mamuts, rinocerontes lanudos, bisontes, renos, osos o hienas, como lo atestiguan algunos restos descubiertos en las terrazas cuaternarias del río Oiartzun.

Las rocas calizas de nuestras montañas, permitieron la formación de galerías y cavidades que sirvieron de refugio a muchos de estos animales. Y también como lugar de habitación y culto a nuestros más remotos antepasados.

Algunas de estas cavernas, como las de Aizpitarte en Errenteria o Torresko koba, en Oiartzun tienen una gran importancia para el conocimiento de la prehistoria vasca.

En Torreskokoba, se descubrieron restos de diferentes animales, instrumentos líticos y el importante hueso de Torre. Un fragmento de hueso de albatros, con numerosas figuras talladas por manos humanas hace 12.000 años (Magdalenense)

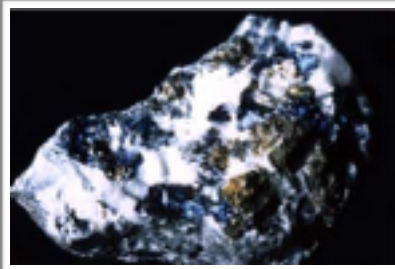


La minería en Oiartzun **Minería** **romana**

Las minas de Arditurri eran ya conocidas y explotadas desde el siglo I.a.C. Así lo atestiguan las decenas de kilómetros de galerías realizadas por los romanos y sus esclavos, extrayendo mineral de hierro, plomo y plata.

En 1804, el ingeniero de minas Juan Guillermo Thalacker contaba la existencia de 46 galerías y 82 pozos en la superficie exterior, además de innumerables excavaciones en el interior. Los pozos romanos eran siempre inclinados y de sección elíptica, con paredes cuidadosamente labradas y con espacios preparados para colocar lucernas de iluminación.

Algunos descubrimientos monetarios, restos de lucernas (lámparas de aceite) con las que se iluminaban en el interior de las galerías, restos de cerámica, picos y herramientas así como molinos para triturar alimentos y mineral, completan los vestigios encontrados.

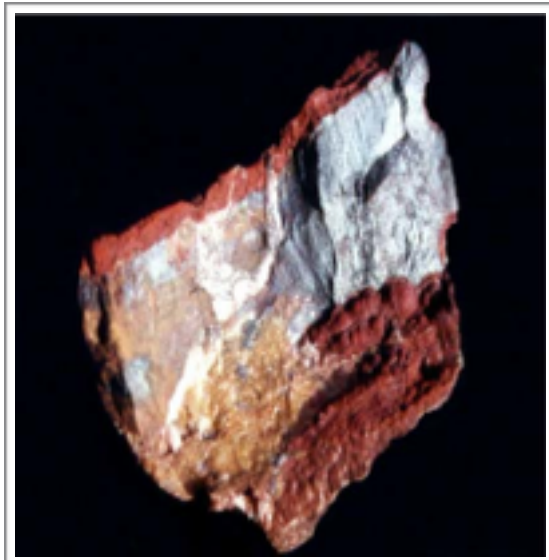


Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net

Minería medieval

A lo largo del río Oiartzun y sus afluentes se fueron creando una serie de ferrerías que con ayuda del agua y el carbón obtenido de los montes de la zona, se encargarían de transformar en hierro el mineral extraído de las minas del valle. Estas ferrerías pertenecieron a las principales familias y por ello propietarios y ferrones prevalecieron en puestos importantes del concejo hasta el primer cuarto del siglo XVI.

Las ferrerías del valle de Oiartzun aparecen reflejadas en algunos documentos históricos como el Fuero de Ferrerías, otorgado por el rey Alfonso XI, en el año 1328, a los ferrones de Irún-Uranzu y Oyarzun y que puede ser considerado como el primer código minero de la provincia de Gipuzkoa.



Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net

Minería moderna

A lo largo de los siglos XVIII, XIX y XX, diferentes concesiones a particulares, entidades y compañías de la más diversa procedencia, han venido explotando, con mayor o menor acierto los yacimientos minerales de Arditurri y las inmediaciones del macizo de Aiako Harria.

El pasado siglo XX supuso el momento más activo de las labores extractivas de los cotos mineros. Chavarri Hermanos, Compañía de Minas de Arditurri, Compañía Minera de Oyarzun, Real Compañía Asturiana de Minas y finalmente Asturiana de Zinc, fueron algunas de las compañías que extrajeron mineral de plomo, hierro, zinc y plata de las 32 concesiones que llegaron a ser explotadas en el coto de Arditurri.

El 30 de Noviembre de 1984, quedaron definitivamente abandonadas las labores mineras que habían venido sucediéndose, con diferentes ritmos de intensidad, a lo largo de más de dos mil años.

Oiartzungo Ikasgune Geologikoa Pagoaldea 41-42 Oiartzun Gipuzkoa
geoluberri@euskalnet.net



» »
»